

**Conectividade: Profibus, Wireless ISA100 e HART**

Ano 10 - nº 54 - 2012 - Europa: € 3,90 - Brasil: R\$ 14,90

www.mecatronicaatual.com.br

# MECATRÔNICA

Atual

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL DE PROCESSOS E MANUFATURA



## Sensores na Automação Industrial

Conheça os sensores mais utilizados na indústria



ISSN 1676-0972

Redes de **CLPs** - Parte 1

**Auto-Tuning em**  
Controladores de Processos

**SIS:**  
Sistemas  
Instrumentados  
de Segurança



# Uma leitura fácil, uma escolha fácil

Com a Cognex, toda leitura é uma leitura fácil.

A tecnologia patenteada IDMax® permite que os leitores Cognex leiam com sucesso códigos que outros leitores não conseguem. Independentemente da qualidade do código, tamanho, método de marcação ou material, nós podemos ler!

1DMax™ é nossa melhor ferramenta de leitura otimizada para leitura de código de barras omnidirecional e pode lidar com variações extremas para alcançar taxas de leitura insuperáveis. A tecnologia 2DMax da Cognex ajudou a desencadear a adoção da Matriz de Dados 2D e código QR em muitas indústrias.

Combinado com o hardware de melhor desempenho disponível, em ambos os formatos de leitores portáteis e de montagem fixa, qualquer código pode ser lido de forma rápida e confiável.

O que torna o uso de Cognex uma escolha fácil.

Para saber mais, baixe o guia "10 Razões para escolher leitores de Identificação Baseados em Imagem" em: [www.wecanreadit.com](http://www.wecanreadit.com).



**we can  
readit™**

**COGNEX**



**Editora Saber Ltda**

**Diretor**  
Hélio Fittipaldi

**MECATRÔNICA**  
Atual  
[www.mecatronicaatual.com.br](http://www.mecatronicaatual.com.br)

**Editor e Diretor Responsável**

Hélio Fittipaldi

**Revisão Técnica**

Eutíquio Lopez

**Redação**

Augusto Heiss

Elizabete Rossi

**Publicidade**

Caroline Ferreira

**Designer**

Diego Moreno Gomes

**Colaboradores**

Alan Cavalcante Maciel

Alexandre Capelli

Bruno Carlos da Silva

Carlos Alberto Murari Pinheiro

Celso Henrique Ribeiro

César Cassiolato

Filipe Pereira

Rodolfo Sulmonetti Cavalcante

**PARA ANUNCIAR: (11) 2095-5339**

[publicidade@editorasaber.com.br](mailto:publicidade@editorasaber.com.br)

**Capa**

Sensor iUV Banner Engineering/Divulgação

**Impressão**

Gráfica Ideal

**Distribuição**

Brasil: DINAP

Portugal: Logista Portugal tel.: 121-9267 800

**ASSINATURAS**

[www.mecatronicaatual.com.br](http://www.mecatronicaatual.com.br)

fone: (11) 2095-5335 / fax: (11) 2098-3366

atendimento das 8:30 às 17:30h

**Edições anteriores** (mediante disponibilidade de estoque), solicite pelo site ou pelo tel. 2095-5330, ao preço da última edição em banca.

**Mecatrônica Atual** é uma publicação da Editora Saber Ltda, ISSN 1676-0972. Redação, administração, publicidade e correspondência: Rua Jacinto José de Araújo, 315, Tatuapé, CEP 03087-020, São Paulo, SP, tel./fax (11) 2095-5333

Associada da:

**anatec**

[www.anatec.org.br](http://www.anatec.org.br)

Associação Nacional  
das Editoras de Publicações Técnicas,  
Dirigidas e Especializadas

## As consequências da globalização

Por volta do ano 2000, 59% das exportações brasileiras correspondiam aos bens manufaturados e em 2011 tivemos apenas 36% destes bens. Não queremos dizer aqui, com estes números, que houve desindustrialização, mas sim que é preciso ter muita cautela ao analisarmos aspectos esparsos, pois os números e a abordagem inconsequente feita por muitos, publicamente, induzem ao erro.

Não podemos nos dar ao luxo de fornecer ideias errôneas aos nossos políticos, pois isso é fogo em pólvora seca. Sabemos que a maioria dos nossos políticos tem uma baixa formação escolar, como de resto boa parte da população.

Assim, é muito fácil prosperar remendos na atual legislação, com desonerações para alguns setores em detrimento ao todo. É necessário uma revisão geral das leis tributárias e da burocracia estatal, que aumentam nossos custos.

As consequências estão vindo à tona neste mundo globalizado. Não conseguimos mais ter custos adequados para produzirmos no Brasil e assim criarmos mais empregos. Fica inviável até para se exportar simples para-raios. O Brasil chega a importar  $\frac{3}{4}$  do necessário para atender o mercado interno.

Nosso suprimento de para-raios vem da Ásia que importa os nossos minérios, funde as astes, e vendem aqui mais barato. Isso acontece com produtos de todos os tipos que aos poucos não conseguem ser competitivos. Culpados!? Não são os outros países e nem mesmo a China.

Diversos deles estão enfrentando este mesmo problema e cada um encontrando aos poucos a solução adequada que passa pelas leis do país, a burocracia, a valorização da moeda, a formação escolar e até a automação industrial.

A globalização afeta a todos, inclusive aos regimes autoritários que não conseguem mais segurar as informações para o seu povo. A democracia avança mais rapidamente agora e as diferenças entre os países diminuem.

### Hélio Fittipaldi

#### Submissões de Artigos

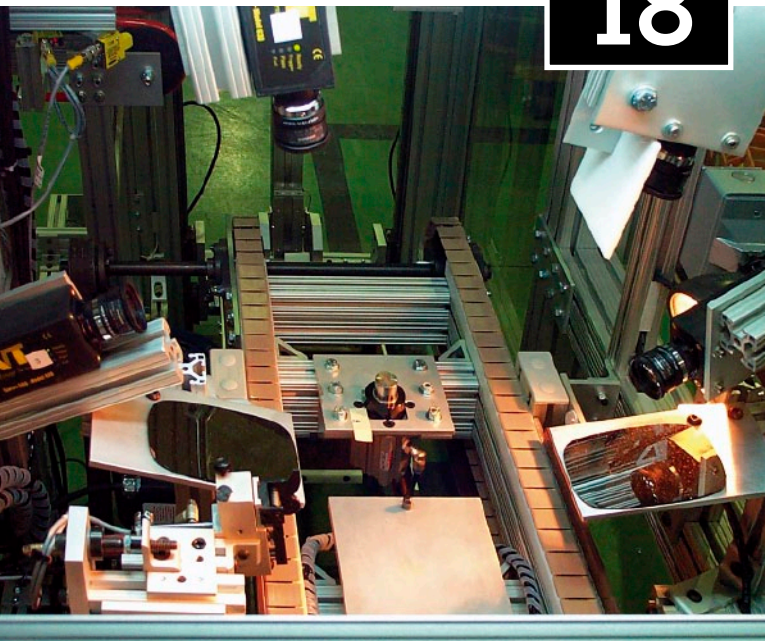
Artigos de nossos leitores, parceiros e especialistas do setor, serão bem-vindos em nossa revista. Vamos analisar cada apresentação e determinar a sua aptidão para a publicação na Revista Mecatrônica Atual. Iremos trabalhar com afinco em cada etapa do processo de submissão para assegurar um fluxo de trabalho flexível e a melhor apresentação dos artigos aceitos em versão impressa e *online*.



Hélio Fittipaldi

**Atendimento ao Leitor: [atendimento@mecatronicaatual.com.br](mailto:atendimento@mecatronicaatual.com.br)**

Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores. É vedada a reprodução total ou parcial dos textos e ilustrações desta Revista, bem como a industrialização e/ou comercialização dos aparelhos ou idéias oriundas dos textos mencionados, sob pena de sanções legais. As consultas técnicas referentes aos artigos da Revista deverão ser feitas exclusivamente por cartas, ou e-mail (A/C do Departamento Técnico). São tomados todos os cuidados razoáveis na preparação do conteúdo desta Revista, mas não assumimos a responsabilidade legal por eventuais erros, principalmente nas montagens, pois tratam-se de projetos experimentais. Tampouco assumimos a responsabilidade por danos resultantes de imperícia do montador. Caso haja enganos em texto ou desenho, será publicada errata na primeira oportunidade. Preços e dados publicados em anúncios são por nós aceitos de boa fé, como corretos na data do fechamento da edição. Não assumimos a responsabilidade por alterações nos preços e na disponibilidade dos produtos ocorridas após o fechamento.



**14** Lixo Eletrônico

**18** Sensores na Automação Industrial

**28** Redes de CLP – Parte 1

**34** SIS - Sistemas Instrumentados de Segurança – Parte 4

**38** Realização de Auto-Tuning em Controladores de Processos

**43** LD400 HART – Transmissor de Pressão para aplicações que exigem SIL

**46** Uso de Repetidores em Profibus-DP

**48** Wireless – ISA 100

## Índice de Anunciantes:

Mecânica 2012 .....	05	Nova Saber .....	33
Mectrol .....	11	Jomafer .....	37
Patola .....	13	Cognex .....	Capa 02
Datapool .....	13	Festo .....	Capa 03
Nova Saber .....	27	Omron .....	Capa 04

**Editorial** **03**

**Notícias** **06**

# MECÂNICA 2012

| O QUE MOVE A INDÚSTRIA ESTÁ AQUI |

ANHEMBI • São Paulo/SP

TERÇA A SEXTA | 10H - 19H

SÁBADO | 9H - 17H

ALLPRESS

## VISITE O EVENTO MAIS AGUARDADO DA INDÚSTRIA!

A Mecânica é maior mostruário Latino Americano de máquinas, equipamentos e acessórios para a indústria em geral, com uma ampla variedade voltada para a produção. O evento reúne as principais empresas do setor e profissionais altamente qualificados em busca de lançamentos e tendências da indústria.

Faça seu credenciamento online através do site:

[www.mecanica.com.br](http://www.mecanica.com.br)

É rápido, fácil e gratuito!

[www.facebook.com/feiradamecanica](https://www.facebook.com/feiradamecanica) | [www.linkedin.com/in/feiradamecanica](https://www.linkedin.com/in/feiradamecanica)

Evento exclusivo para profissionais do setor. É proibido o ingresso para menores de 16 anos, mesmo que acompanhados de seus responsáveis. O visitante que comparecer ao evento sem convite ou sem o pré-credenciamento feito pelo site, deverá fazer sua inscrição no local. A entrada custará R\$ 55,00.

Organização e Promoção



Apoio Institucional



Apoio



Patrocínio Ouro



Patrocínio Prata



Local



## HMS aumenta sua conectividade em rede a dispositivos com suporte CAN

O Anybus® Communicator CAN™ possibilita a comunicação entre qualquer dispositivo industrial com interface CAN e uma rede industrial selecionada. Na sequência do lançamento inicial, que oferecia conectividade a 6 redes, a HMS oferece agora 11 bus de campo principais e redes Ethernet industriais.

- CANopen;
- CC-Link (nova);
- ControlNet (nova);
- DeviceNet;
- Modbus RTU (nova);
- Profibus;
- EtherCAT (nova);
- EtherNet/IP;
- Modbus TCP (nova);
- Profinet;
- Profinet-IRT (nova).

### Usuários e aplicações típicas

O CAN Anybus Communicator facilita a vida dos integradores de sistemas e dos programadores de rede, permitindo uma conexão rápida e fácil dos dispositivos com suporte CAN a uma rede de nível superior. Os dispositivos típicos incluem drives de frequência, sensores, atuadores, interfaces homem-máquina, leitores de código de barras, leitores RFID, balanças e outros tipos de maquinaria industrial.

“Existe uma grande necessidade de se conectar dispositivos de automação industrial com suporte CAN a diferentes redes industriais. Esta necessidade é confirmada pela resposta do mercado ao primeiro lançamento realizado em julho, sendo o produto já implementado em larga escala pelos clientes. Até agora, as redes com maior procura foram a EtherNet/IP e a DeviceNet, mas também pudemos registrar um aumento das encomendas por parte dos usuários Profinet. Com este novo lançamento completamos, assim, a oferta Anybus com a promessa de uma conectividade a qualquer rede Ethernet ou bus de campo”, comenta Martin Falkman, diretor da Linha de Produtos Gateway da HMS.

### Destaques técnicos

Qualquer dispositivo equipado com um protocolo CAN 2.0A (ou B) pode ser conectado sem necessitar de alterar o hardware ou software dos dispositivos CAN. Isso permite que os dispositivos de automação, mesmo aqueles com comunicação CAN mais lenta, sejam integrados em redes bus de campo/Ethernet de alta velocidade sem quaisquer restrições em relação à rede superior.

O Gerenciador Anybus Configuration está incluído no Communicator CAN, permitindo a criação de frames visuais CAN sem qualquer programa ou competências de programação.

Para saber mais visite: [www.anybus.com/products/abccan.shtml](http://www.anybus.com/products/abccan.shtml)

## Módulos de E/S com display integrado e proteção contra manipulação

Há mais de quatro anos que os módulos de E/S da Balluff (com as suas até 32 entradas e saídas) vêm demonstrando ser indispensáveis para a indústria da construção de máquinas e de automação. As características que mais se destacam incluem a caixa totalmente revestida com zinco fundido reforçado, o perfil plano com extremidades arredondadas, os displays amplos e nítidos, assim como a facilidade da montagem com apenas dois pontos de fixação.

A nova geração de módulos está agora disponível para CC-Link, Ethernet/IP e Profinet. Estarão disponíveis em breve versões para outros bus de campo normalmente utilizados.

Estes novos módulos de E/S de bus de campo possuem um display LCD iluminado que abre novas portas aos operadores em matéria de configuração, manutenção e reparação. A velocidade de transmissão, o endereço de nó e as informações relativas ao hardware e software do módulo, entre outros, podem agora ser visualizados, tornando os diagnósticos e a disponibilidade do sistema consideravelmente mais simples. As fixações mecânicas, tais como interruptores rotativos propensos a danos podem ser completamente eliminadas. Isto torna a nova geração IP 67 ainda mais robusta e fiável do que a série anterior.

O guia do menu, no grande display de elevada resolução, oferece uma utilização fácil e evidente. São utilizadas duas teclas para introduzir e apresentar cada um dos tópicos de menu. Uma característica de destaque é a proteção contra manipulação integrada. Isto significa que os displays podem ser bloqueados pelo CLP, impedindo o acesso não autorizado.

Eles também estão equipados com uma função de busca e salvamento integrada. Dois LEDs controlados pelo CLP permitem que o operador visualize os eventos pré-definidos, que não são específicos do módulo ou da porta, diretamente no local onde o evento ocorre.

De especial interesse é também o servidor web integrado, uma característica específica das versões do módulo EtherNet/IP e Profinet. Ao utilizar um browser de Internet padrão, o usuário tem acesso a funções de diagnóstico abrangentes, tais como o display de todos os indicadores LED localizados no módulo. Nas "Propriedades do dispositivo" é possível, por exemplo, parametrizar os dispositivos conectados na porta de ligação E/S. Outras características estão disponíveis nas funções "Configurações", a exemplo da atribuição dos endereços IP.

## Eaton fortalece presença no mercado brasileiro de média tensão

A Eaton, tem enxergado oportunidades claras no setor elétrico brasileiro. O aumento do número de empresas e estabelecimentos comerciais, aliado a crescente demanda por construções inteligentes tem criado a demanda por materiais mais sofisticados para o controle da energia. Paralelo a isso, a segurança nos locais onde a força é controlada, é exigência básica para evitar danos às pessoas e locais.

Atenta a esta necessidade, a Eaton desenvolveu W-VACi, disjuntor de média tensão ideal para aplicações em centro de cargas, subestações e geradores em geral, encontrados em aeroportos, hospitais, shoppings centers, instalações comerciais, estações de água, de gás, e indústrias de diversos setores. O produto também é uma alternativa para serviços de retrofit em disjuntores obsoletos.

Lançado mundialmente em 2011, o W-VACi tem sido muito bem aceito no Brasil. O disjuntor atua com sistema de interrupção a partir de ampolas a vácuo, que dispensam o uso do SF6 (hexafluoreto de enxofre), gás muito utilizado em painéis de média tensão e que acaba destruindo a camada de ozônio. Trata-se, portanto, de um produto “verde”. “Devido às suas dimensões compactas, o W-VACi proporciona até mesmo a redução do tamanho dos painéis elétricos, o que otimiza o espaço físico”, destaca o gerente de produtos de média voltagem da divisão Elétrica da Eaton, Raphael Nadruz.

A segurança também foi reforçada no W-VACi, por isso os polos são encapsulado por resina epóxi, que aumenta a isolação elétrica e mecânica ao disjuntor. “Desenvolvemos um mecanismo modular e universal, que facilita e proporciona uma grande flexibilidade a manutenção”, explica Nadruz.

O W-VACi é um disjuntor de média tensão, capaz de transmitir corrente elétrica entre 630 A a 4.000 A, e com apresentação em três opções-padrão para o Brasil: 5 kV, 17,5 kV e 24 kV, com capacidade de interrupção de até 50 kA. Todos os modelos atendem às normas IEC (*International Electrotechnical Commission*), órgão que define as condições que o disjuntor deve suportar, como calor excessivo ou alta altitude.



W-VACi, da Eaton, disjuntor de média tensão para aplicações em centro de cargas.

## Estão abertas as inscrições para o Intel Developer Forum Brasil

A Intel Brasil anuncia que estão abertas as inscrições para o Intel Developer Forum Brasil, maior e mais importante evento mundial da empresa voltado para desenvolvedores de tecnologia, que acontecerá no dia 15 de maio de 2012, no Complexo do World Trade Center, em São Paulo.

O Intel Developer Forum é o maior evento mundial da Intel, unindo empresas, cientistas, executivos e profissionais da indústria para demonstrar inovações e discutir os rumos da indústria. O evento, que acontece desde 1997 em São Francisco e Pequim, é marcado por anúncios e discussões sobre futuros produtos e soluções baseadas em tecnologias desenvolvidas pela Intel e seus parceiros.

O IDF Brasil consistirá em um dia de colaboração ininterrupta com profissionais que estão à frente da tecnologia no mundo. Desde palestras programáticas até aprendizado técnico com atividades práticas, prepare-se para participar de um dos maiores eventos de tecnologia do ano.

Os interessados em se inscrever para participar do IDF Brasil podem fazê-lo acessando o site oficial do evento. Até o dia 25 de março, as inscrições terão o preço promocional de R\$ 500,00.

## MAC 502, o novo e potente leitor de códigos universal para todas as situações

Com o seu leitor MAC502, a Pepperl + Fuchs lança um inovador leitor de códigos universal fixo que permite ler todos os códigos comuns 1-D e 2-D (26 simbologias de códigos diferentes) a velocidades bastante elevadas que vão até 10 m/s e 30 leituras por segundo.

Ambos os leitores tem uma elevada profundidade de pormenorização, podendo ler, de forma eficaz, distâncias de 60 mm a 190 mm sem a necessidade de qualquer modificação mecânica ou eletrônica. O amplo campo de leitura de 110 mm x 70 mm permite detectar de forma eficaz códigos Data Matrix pequenos e códigos de barras grandes. A instalação do software para parametrizar e operar os leitores de código não requer muito tempo, dado que estas tarefas são executadas por uma interface web moderna, fornecida por um servidor web integrado no leitor de códigos. Para tal, é necessário que o leitor de códigos esteja conectado à rede da empresa ou a um PC através da interface Ethernet integrada. Para aceder à interface web, é necessário inserir o endereço IP do leitor na barra de endereço de qualquer navegador de Internet, de modo a que o leitor de códigos possa ser configurado em qualquer PC com uma interface de utilizador apropriada.

O leitor de códigos dispõe de um resultado de qualidade de código para evitar a perda de leituras. Se este for inferior ao valor predefinido, o utilizador é avisado atempadamente. O MAC502 possui muitas outras funções importantes. Estas funções englobam uma memória automática de imagens de erro, uma função multicódigos que lê até quatro códigos diferentes em simultâneo e um modo burst para gravar códigos lidos numa rápida sucessão. Estes códigos podem ser avaliados posteriormente. Outra característica do leitor de códigos são as suas interfaces Ethernet e RS232. A interface RS232 pode ser ligada à caixa de interface CBX800, de modo a permitir a implementação de todas as interfaces de bus comuns (incluindo PROFIBUS, PROFINET e DeviceNet). Equipado com conectores M12 fixos com parafuso e protecção IP65, o MAC502 é ideal para ser utilizado em ambientes industriais agressivos.

### Vista geral das principais características:

- Lê todos os códigos comuns 1-D e 2-D em velocidades que atingem os 10 m/s e 30 leituras por segundo;
- Leituras de elevado alcance: 60 mm a 190 mm;
- Grande área de leitura de até 110 mm x 70 mm;
- Modo burst: para gravar códigos recebidos em rápida sucessão;
- Multicódigos: leitura em simultâneo de até quatro códigos diferentes;
- Código correspondente;
- Resultado da qualidade do código;
- Interfaces: RS232 e Ethernet.



Potente leitor de códigos universal MAC502.

## EPLAN Fluid: mais de 1000 macros hidráulicas

Um novo e abrangente pacote de dados mestre para hidráulica preenche, agora, a lacuna que existia entre fluido e desenho mecânico. As mais de 1000 novas macros de fluido hidráulico presentes no EPLAN Fluid aceleram e simplificam a documentação interdisciplinar.

As vantagens de um conjunto comum de documentação de controle de tecnologia para as engenharias de fluido e elétrica são bem conhecidas, uma perspectiva sobre a hidráulica oferece bem mais potencial. O EPLAN Fluid proporciona aos usuários, desde o início, um abrangente "pacote de dados de fluido", contendo mais de 1000 macros hidráulicas. A combinação entre a funcionalidade CAE (Engenharia Apoiada por Computador) e as novas macros, oferece vantagens imbatíveis ao design hidráulico, especialmente em matéria de engenharia mecânica. Esta combinação apresenta um alto padrão de documentação gráfica de acordo com as normas em vigor e um sistema modular para subplacas, unidades de potência hidráulica, disposições tipo sanduíche e



## Bloco de Redundância da Norgren

A Norgren possui Blocos de Redundância em três versões, conforme a aplicação do cliente: 2oo1, 2oo2 e 2oo3. Versões em Alumínio, Latão e Aço Inox.

### 2oo1 (Two out of One) – Bloco de Segurança:

Duas válvulas solenoides em redundância. Caso uma delas apresente falha (desligamento), o processo é interrompido. O processo só funciona com as duas válvulas acionadas simultaneamente.

### 2oo2 (Two out of two) – Bloco de Disponibilidade:

Caso uma válvula desligue, a outra mantém o processo em funcionamento. Usado para manter sistemas que não podem sofrer interrupção durante o processo.

### 2oo3 (Two out of three) – Bloco de Redundância completo:

Combina as duas funções descritas acima e é indicado para sistemas que exigem alta segurança, pois monitora falhas elétricas e falhas mecânicas das válvulas solenoides.



Bloco de redundância versão 2oo3.

muito mais. Quais dados técnicos devem ser incluídos no esquema hidráulico? Quais configurações são necessárias para o interruptor de pressão e como são representadas da melhor forma no esquema? A EPLAN Fluid oferece a solução ideal para a documentação de alta qualidade através de uma combinação de macros, por exemplo, interruptores de pressão e tabelas de dados associadas.

### Perspectiva: rotação e espelhamento

As novas macros são todas projetadas para rodar e espelhar, de forma inteligente, os elementos de fluido; uma função presente na próxima versão do EPLAN Fluid.

Antecedentes: Nos esquemas é muitas vezes necessário representar o movimento dos cilindros em direções opostas e, correspondentemente, controlá-los. Idealmente, o usuário tem apenas que conceber meio interruptor e completar a documentação utilizando as novas funções apropriadas para rotação e espelhamento. As macros fornecem uma excelente base para os principais usuários e administradores.

### Macros inteligentes

A alta diversidade de filtros e combinações bomba/motor de unidades de potência dá origem, muitas vezes, a uma documentação que difere apenas em pequenos detalhes.

As tecnologias EPLAN, tais como a tecnologia variante e opções de projeto, são a base da criação de macros inteligentes que podem ser imediatamente alteradas no plano de fluido. Um sistema modular facilita a criação de diferentes variantes de subplacas coletivas. Este sistema oferece a forma mais fácil de montar seções.

### Ponto de interesse para os fabricantes

A coleção de macros é o ponto de partida ideal para os fabricantes de fluidos de componentes no setor da indústria hidráulica. Estes também podem utilizar o Portal de Dados EPLAN para disponibilizar os seus dados de componentes. O multiplicador perfeito. Enquanto as macros neutras disponíveis pelo EPLAN Fluid podem ser utilizadas por diferentes fabricantes, os dados de componentes no Portal de Dados EPLAN estão associados a um fabricante específico e fornecem uma base sólida de engenharia, quando combinados com documentos adicionais, tais como fichas técnicas, fotos de componentes e 2D e dados 3D.

## **Nova plataforma de microcontroladores “Wolverine”, da Texas Instruments, reduz o consumo de energia em 50% em relação a qualquer microcontrolador do segmento**

Nova plataforma de microcontroladores MSP430™ amplia ainda mais os limites do baixo consumo, aproximando os usuários de um mundo sem baterias

Imagine um dispositivo em forma de anel que permita a interação intuitiva, sem toque, com o mundo digital apenas pelo movimento de seus dedos. Imagine um painel solar do tamanho de um microcontrolador que permita inteligência ambiental em qualquer edifício. Imagine integrar capacidades de sensibilidade ao monóxido de carbono, controle de termostato e segurança biométrica a um detector de fumaça, sem aumentar o seu tamanho. Este mundo mais inteligente, mais verde e sem baterias está rapidamente tornando-se realidade, com a plataforma de microcontroladores de baixa potência da Texas Instruments Incorporated.

Batizado internamente de “Wolverine”, por sua tecnologia agressiva de economia de energia, esta plataforma de microcontroladores MSP430 de potência ultrabaixa oferece consumo pelo menos 50% inferior a qualquer microcontrolador do segmento (360 nA em modo real-time clock (RTC) e menos de 100 µA/MHz em modo ativo). Os primeiros dispositivos baseados nesta plataforma estarão na série MSP430FR58xx, com disponibilidade programada para junho de 2012.

“Dispositivos de uso diário, como medidores de glicose e detectores de fumaça estão demonstrando níveis de desempenho cada vez maiores, com longevidade da bateria de 10 a 20 anos, e esta tendência está se espalhando por uma infinidade de aplicações”, disse Kevin Wang, analista-chefe da iSuppli na China. “A arquitetura revolucionária de baixa potência, da Wolverine, está determinando um novo padrão para o setor e permitirá a proliferação dos produtos de baixa potência. Dos produtos de consumo aos setores médico e industrial, o céu é o limite.”

A plataforma “Wolverine” oferece o menor nível de consumo de energia em qualquer caso de uso, se comparada a qualquer microcontrolador do setor – o menor consumo em modo ativo, standby e de memória e periféricos. Por exemplo, as aplicações típicas movidas a bateria gastam até 99,9% do seu tempo em modo standby, e os microcontroladores baseados na “Wolverine” consomem 360 nA em modo standby, mais que dobrando a duração da bateria. A Texas Instruments segue com seu legado de pioneirismo nas últimas tecnologias de baixo consumo com a arquitetura de sistema e a tecnologia de consumo ultrabaixa da plataforma de microcontroladores “Wolverine”:

## **Inovação com a singular tecnologia de fabricação de ultra low leakage (ULL)**

A TI desenvolveu esta tecnologia ULL que oferece uma melhora de 10x na redução da corrente de fuga e nas capacidades otimizadas de sinais mistos. A aprimorada tecnologia de fabricação de 130 nm, a arquitetura de potência ultrabaixa MSP430 e mais de 30 componentes analógicos e digitais com potência otimizada combinados são alguns dos elementos integrados que geram redução drástica do consumo de energia.

## **Desempenho sem igual e confiabilidade via FRAM unificada**

Tirando vantagem da FRAM, a memória de mais baixo consumo do mundo, os microcontroladores baseados na “Wolverine” podem operar com menos de 100 µA/MHz em modo ativo, e consumir 250x menos energia por bit, se comparados aos microcontroladores baseados em Flash e EEPROM. Além destas vantagens de potência, a FRAM é 100% não volátil, o que oferece aos desenvolvedores baixo consumo, velocidade e flexibilidade de SRAM ao mesmo tempo que retém a capacidade-chave de armazenamento no-power da Flash. Os clientes não estão limitados às proporções específicas de “memória para dados” inerente aos sistemas integrados tradicionais – eles podem mudar esta proporção a qualquer momento no ciclo de design.

A plataforma MSP430 da Texas Instruments tem sido a líder em baixa potência por mais de uma década. Esta nova arquitetura de potência ultrabaixa reduz dramaticamente o consumo de energia com um tempo de despertar de 6,5 µs e periféricos de alta precisão como gerenciamento interno de potência e um conversor analógico-digital (ADC) de 12 bits com 75 µA. Todos os microcontroladores da Texas Instruments também têm seu valor aumentado pelo software e pacote de recursos MSP430Ware™, bem como pelas ferramentas de software para otimização de código de baixa potência. O MSP430Ware™ permite aos desenvolvedores acessarem de forma imediata e filtrarem facilmente todos os recursos de projeto do microcontrolador MSP430 por dispositivo, ferramenta ou biblioteca de software para simplificar de forma significativa o projeto e diminuir o prazo até o lançamento.

## **Preço e disponibilidade**

Os “Wolverines” estarão disponíveis para amostras em junho de 2012. Os desenvolvedores de projetos de potência ultrabaixa podem começar o desenvolvimento com o portfólio existente da Texas Instruments, de quase 500 microcontroladores MSP430. A facilidade de projeto é uma oferta fundamental dos microcontroladores MSP430, com uma ampla variedade de ferramentas, software e suporte para ajudar os clientes a iniciar o desenvolvimento rapidamente.

## Elipse apresenta suas soluções no ISA 2011

Desde 1995, ano em que foi promovida a primeira edição da feira, a empresa expõe seus produtos no evento

De 8 a 10 de novembro, a Elipse Software estará participando do Brazil Automation ISA 2011, o 15º Congresso Internacional e Exposição Sul-Americana de Automação, Sistemas e Instrumentação, que será realizado em São Paulo. Uma participação, diga-se de passagem, especial pelo fato da empresa, especializada no desenvolvimento de soluções para automação industrial, estar completando 25 anos de existência.

Ao longo de seus 25 anos, a Elipse esteve presente em inúmeras feiras tanto no Brasil quanto no exterior. No caso da ISA, a primeira delas ocorreu em território estrangeiro, mais especificamente no ISA Chicago, nos Estados Unidos, em 1993. Dois anos mais tarde, viria a primeira participação da empresa no Brazil Automation ISA, curiosamente no ano que marcou a primeira edição da exposição no país. A partir daí, a Elipse compareceu em praticamente todas as demais edições, divulgando e comercializando seus produtos.

Neste ano, a empresa apresentará os softwares Elipse E3, Elipse Power e Elipse Plant Manager em seu estande de número 17, localizado próximo à entrada do Pavilhão Branco

do Expo Center Norte, sede do encontro, considerado o maior nas áreas de instrumentação e automação industrial da América Latina. Importante lembrar que o horário de visitação é das 13h às 20h. Confira abaixo um breve resumo sobre as três soluções a serem apresentados pela empresa na feira:

O Elipse E3 (SCADA) apresenta uma arquitetura totalmente direcionada à operação em rede e aplicações distribuídas. Um sistema completo de supervisão e controle de processos, capaz de atender os mais modernos requisitos de conectividade, flexibilidade e confiabilidade do mercado. Em função disso, permite um rápido desenvolvimento de aplicações com alta capacidade de comunicação e garantia de expansão, preservando os investimentos.

O Elipse Plant Manager (PIMS) é um historiador de processos capaz de coletar, consolidar e armazenar dados provenientes de várias fontes de tempo real ou históricas. Uma solução completa em termos de processamento da informação e que possibilita desenvolver aplicações de inteligência industrial e análise de dados, auxiliando na tomada de decisões e na melhoria de toda a cadeia produtiva.

O Elipse Power é um produto criado para garantir mais segurança e eficiência à operação de subestações, redes de transmissão e distribuição de energia elétrica. O software apresenta um conjunto de sofisticados aplicativos, como Fluxo de Potência e Descarte de Cargas. A solução conta também com um ambiente de simulação que facilita a integração entre os setores de pré e pós-operação com o centro de controle.



## Servo Motores

**A HIWIN Technologies lançou sua linha de Servo Motores com tecnologia israelense através da aquisição da nova empresa Mega-fabs Israel.**

- Posicionamento preciso
- Software de fácil navegação
- Atende um grande número aplicações industriais
- Auto-tuning e supressão de vibração
- E-gear e emulador de encoder
- Ótimo custo x benefício
- Potência de 50W a 750W

LANÇAMENTO

TECNOLOGIA  
ISRAELENSE



mega-fabs  
ISRAEL

**DESENVOLVE TECNOLOGIA MILITAR COM PRECISÃO 0.4 nano-metro**

OUTROS PRODUTOS DA NOSSA LINHA  
PARA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL:

- Guias Lineares
- Motores Lineares
- Fusos de Esferas
- Rolamentos Lineares
- Mesas X-Y
- IHM



**MECTROL DO BRASIL LTDA.**

Te.: (14) 4009-0507  
marketing@mectrol.com.br  
www.mectrol.com.br

AUTORIZADO EXCLUSIVO NO BRASIL  
**HIWIN**  
Motion Control and System Technology



Linha de Pintura com Robos EcoRP.

## Dürr vende o Robô de Pintura nº 6000

O sucesso da Dürr em tecnologia robótica continua. Em setembro de 2011, o Grupo recebeu sua encomenda de número seis mil para o fornecimento do seu robô de pintura EcoRP, depois de já ter alcançado a marca dos cinco mil em fevereiro de 2011.

O robô 6000 está instalado junto com mais “três colegas” na Ford, em Craiova (Romênia). Em 2011 a área de tecnologia de aplicação, onde as atividades de tecnologia robótica e de aplicação estão concentradas, aumentou suas vendas de 270 para 400 milhões de Euros. Motivo para tal crescimento é a forte demanda da indústria automobilística.

O Dr. Hans Schumacher, chefe da Área de Tecnologia de Aplicação na Dürr diz: “Na indústria automotiva os robôs de pintura da Dürr representam mais flexibilidade, troca de tinta em questão de segundos e reprodutibilidade dos resultados da mais alta qualidade.” Desde o seu lançamento, os robôs da Dürr foram os precursores para a automatização da aplicação de pintura - inicialmente no revestimento das partes externas da carroceria e hoje, cada vez mais frequente, na pintura de interiores de automóveis e componentes.

No momento, nas fábricas de automóveis alemãs mais de 1.200 robôs da Dürr garantem o perfeito acabamento; na China são mais de 1.000. Em 2011, o mercado global para robôs de pintura cresceu em uma nova dimensão. Até o fim do ano foram recebidas cerca de 2.200 encomendas, com isso o volume

do mercado ficou acima do nível pré-crise de cerca de 1.600 pedidos. Neste negócio, a Dürr é visivelmente a líder mundial do mercado. A base para isso é o know-how adquirido ao longo das décadas em todas as áreas do processo de pintura. Além disso, a Dürr é a única empresa, que além dos robôs, oferece também toda a tecnologia de aplicação e de fornecimento de tinta. Incluem-se ainda produtos de alta tecnologia, como atomizador eletrostático de alta rotação, trocador de tinta que não desperdiça material e software. Robôs de manipulação na cabine de pintura para abrir portas e capô completam o portfólio da Dürr.

Além da tecnologia de pintura, a tecnologia de aplicação da Dürr em áreas adjacentes é também bem-sucedida. Cerca de 1.000 robôs totalmente equipados já foram vendidos para vedação de solda em carrocerias e para a aplicação de proteção das partes inferiores e tapetes de isolamento acústica em spray. Outra área em crescimento é a tecnologia adesiva para junção de componentes na estrutura de carroceria e na montagem de carros.

Ralf Dieter, Diretor-presidente da Dürr AG, afirma: “Em 2011 pudemos registrar uma duplicação dos pedidos já esperada de quase 600 milhões de Euros na tecnologia de aplicação. Os fatores que conduziram a isso foram a expansão da capacidade na indústria automotiva e a crescente automatização do processo de pintura”. Baseados nisso, o volume de negócios de tecnologia de aplicação continua a aumentar em 2012.

## DAKOL lança novo CLP+IHM 12,1"

A DAKOL acaba de lançar no mercado o novo CLP+IHM, com display de 12.1", 65 mil cores, resolução de 800x600 (SVGA), que pode ser programado através do Visilogic (fornecido sem custo) integrante da sua linha Vision, destinado a processos de automação industrial.

Com proteção frontal IP66, o Vision1210 é recomendado também para a indústria alimentícia, já que dispõe de um painel frontal reto, que não acumula sujeira ou impurezas.

O controlador possibilita a conexão de até 1024 pontos de Entradas/Saída: analógicos, digitais, termopar, Pt100 e entrada rápida.

Os protocolos de comunicação MODBUS Mestre/Escravo, CANOpen, UniCAN estão disponíveis para a conectividade com diversos dispositivos. A comunicação com dispositivos externos pode ser realizada através das duas portas RS-232/485 disponíveis como padrão ou da porta Ethernet (opcional).

A linguagem Ladder é utilizada para a confecção da lógica do CLP sendo que diversas funcionalidades de software, como utilitários de acesso remoto, OPC/DDE Server, Web Server estão disponíveis sem qualquer custo adicional. Até 24 loops PID podem ser configurados e o display colorido exibe dados e gráficos. Possui memória interna tem 2 MB de lógica de aplicação, além de 1 MB para fontes e 32 MB para imagens.

## ABINEE TEC 2012: iniciada comercialização de espaços

A ABINEE iniciou a comercialização de espaços para exposição no ABINEE TEC 2012 - Fórum de Sustentabilidade, Energias Renováveis, Eficiência Energética e Normalização -, que será realizado de 3 a 5 de setembro de 2012, no Centro de Convenções Frei Caneca, em São Paulo. O espaço reservado, no formato table top, servirá para que empresas e entidades apresentem ao público visitante suas atividades no campo da sustentabilidade, energias renováveis e eficiência energética, possibilitando seu contato direto com fabricantes e integradores de sistemas das diferentes cadeias produtivas. No Fórum, os temas serão abordados através de Seminários e Talk Show, buscando sempre destacar, em cada um deles as inovações, as tendências, as soluções e os programas de investimentos.

Anteça a adesão e garanta a participação da sua empresa. Conheça o programa preliminar do evento e o layout da área de exposição no Site do ABINEE TEC 2012.



# PATOLA



PB 600/2



PB 900



PBL 150



DIN 48x48x90



COLETOR R-17



PB 064



PB 107



PB 117

\* FOTOS SEM ESCALA

**Para outros modelos visite nosso site**

Fone: (11) 2193-7500  
www.patola.com.br  
vendas@patola.com.br



TUDO EM CASA COM QUALIDADE E PRECISÃO



## A DATAPOOL produz equipamentos e módulos didáticos

com tecnologia 100% nacional, para várias áreas de conhecimento.  
Acesse nosso site e conheça as soluções DATAPOOL mais adequadas para sua necessidade.

### Datapool. Ensinando a aprender.



Ensino • Treinamento • Desenvolvimento  
Eletroeletrônica • Eletrônica Básica • Eletrônica Digital  
Microprocessadores e Microcontroladores  
Eletrônica de Potência • Controle e Automação  
Comunicações • Linha Econômica • Eletricidade  
Qualidade da Energia Elétrica



www.datapool.com.br



# Lixo Eletrônico

À cada ano o mundo produz pelo menos 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico, sendo grande parte deste volume descartada incorretamente junto ao lixo comum liberando substâncias químicas que penetram no solo, contaminam os lençóis freáticos, plantas, animais e causam inúmeras doenças ao ser humano.

Entretanto, as estatísticas dizem que há mais ouro em 1 tonelada de lixo eletrônico, do que em 17 toneladas do minério bruto do metal.

Estaríamos diante da solução, e seria ela tão simples?

Alan Cavalcante Maciel

## saiba mais

**O lado obscuro da high tech na era do neoliberalismo: seu impacto no meio ambiente.**

Gonçalves, A. T.

Disponível em: <http://lixotecnologico.blogspot.com/2007/07/o-lado-obscuro-da-high-techna-era-do.html> acessado em 04 de outubro de 2007.

**Revista Veja Especial Tecnologia – 08/2007. O ouro está no lixo.**

Ossamu, C

Disponível em: [http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/lixo/conteudo\\_248323.shtml](http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/lixo/conteudo_248323.shtml) acessado em 26 de junho de 2011.

**Projeto chama a atenção para a reutilização de lixo eletrônico e para inclusão digital.** Boullosa, C. – ASCOM, 2011

Disponível em: [www.uema.br/noticias.asp?](http://www.uema.br/noticias.asp?Contador=2195&coluna=1&TIPO=1)

[Contador=2195&coluna=1&TIPO=1](http://www.uema.br/noticias.asp?Contador=2195&coluna=1&TIPO=1) acessado em 05 de agosto de 2011.

Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo, **Lei N° 13.576, de 6 de Julho de 2009**, Disponível em: [www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei%20n.13.576,%20de%2006.07.2009.htm](http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei%20n.13.576,%20de%2006.07.2009.htm) acessado em 05 de agosto de 2011.

O lixo eletrônico é proveniente de equipamentos eletroeletrônicos, com os quais o ser humano passa grande parte de sua vida em constante contato com eles, tais como aparelhos celulares, computadores, televisores, agendas eletrônicas, etc. Quando estes aparelhos perdem suas funções, por danos, pelo tempo de vida útil, ou por estarem obsoletos em relação a novas tecnologias, eles se tornam resíduos que contêm substâncias que podem causar danos à saúde e ao meio ambiente.

Para que isso não aconteça devem ter o destino correto, no entanto, grande parte do lixo eletrônico gerado pela população não é descartada corretamente, e esta ação está crescendo cada vez mais devido às pessoas não terem consciência do perigo que estão causando e, principalmente, devido ao avanço contínuo da tecnologia, lançando a cada dia novos produtos descartáveis que superam os aparelhos anteriores.



F1a. Idosos e crianças trabalham na separação de lixo eletrônico na China.

## Impactos Causados pelo Lixo Eletrônico

Nos últimos anos vem crescendo a preocupação com o lixo eletrônico devido às consequências obtidas pelo seu descarte incorreto. Segundo a ONU (Organização das Nações Unidas), a cada ano o mundo produz pelo menos 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico, o correspondente a 5% de todo o lixo gerado pela humanidade.

Os resíduos provenientes do avanço tecnológico, do que anteriormente eram celulares, computadores, aparelhos de som e baterias entre outros, se tornam lixo contaminado que liberam substâncias tóxicas, altamente prejudiciais à saúde.

Ao serem descartados junto ao lixo comum, este tipo de resíduos libera as substâncias químicas contidas dentro dos componentes eletrônicos tais como mercúrio, cádmio, chumbo, cobre, arsênio, lítio, entre outros, estas substâncias penetram no solo e contaminam os lençóis freáticos, que consequentemente contaminarão plantas e

animais através da água. Além disso, essas substâncias pesadas causam inúmeras doenças ao ser humano.

A seguir serão citados alguns problemas causados por alguns componentes do lixo eletrônico, de acordo com Gonçalves (2007):

### Chumbo

O chumbo pode causar danos ao sistema nervoso central e periférico, sistema sanguíneo e nos rins dos seres humanos. Efeitos no sistema endócrino também têm sido observados e seu sério efeito negativo no desenvolvimento do cérebro das crianças tem sido muito bem documentado.

O chumbo se acumula no meio ambiente e tem efeitos tóxicos agudos e crônicos nas plantas, animais e micro-organismos. Produtos eletrônicos constituem 40% do chumbo encontrado em aterros sanitários. A principal preocupação do chumbo encontrado em aterros sanitários é a possibilidade do mesmo vazar e contaminar os sistemas fornecedores de água potável.

As principais aplicações do chumbo em equipamentos eletrônicos são:

- solda nos circuitos impressos e outros componentes eletrônicos;
- tubos de raios catódicos nos monitores e televisores.

Em 2004, mais de 315 milhões de computadores se tornaram obsoletos nos Estados Unidos. Isto representa cerca de 954 mil toneladas de chumbo que podem ser despejados no meio ambiente.

### Cádmio

Os compostos a partir do cádmio são classificados como altamente tóxicos, com riscos considerados irreversíveis para a saúde humana. O cádmio e seus compostos acumulam-se no organismo humano, particularmente nos rins. É absorvido através da respiração, mas também pode ser absorvido através de alimentos, causando sintomas de envenenamento.

Apresenta um perigo potencial para o meio ambiente devido a sua água e crônica



F2. a) Instituição Eniac faz a coleta do lixo eletrônico... b) ...e os estudantes o transformam em material didático.

toxicidade e seus efeitos cumulativos. Em equipamentos elétricos e eletrônicos, o cádmio aparece em certos componentes tais como em resistores, detectores de infravermelho e semicondutores.

Versões mais antigas dos tubos de raios catódicos também contêm cádmio. Além disso, o cádmio é usado como estabilizador para plásticos.

### Mercúrio

Quando o mercúrio se espalha na água, transforma-se em metil-mercúrio, um tipo de mercúrio nocivo para a saúde de fetos e bebês, podendo causar danos crônicos ao cérebro.

O mercúrio está presente no ar e, no contato com o mar, como já foi mencionado, transforma-se em metil-mercúrio e vai para as partes mais profundas. Essa substância acumula-se em seres vivos e se concentra através da cadeia alimentar, particularmente via peixes e mariscos.

É estimado que 22% do consumo mundial de mercúrio corresponda ao uso em equipamentos elétricos e eletrônicos, empregado em termostatos, sensores de posição, chaves, relés e lâmpadas descartáveis.

Além disso, é usado também em equipamentos médicos, de transmissão de dados, telecomunicações e telefones celulares.

O mercúrio utilizado em baterias, interruptores de residências e placas de circuito impresso, embora em uma quantidade muito pequena para cada um destes componentes, considerando os 315 milhões de computadores obsoletos, até o ano 2004, representa cerca de 182 toneladas de mercúrio, no total.

### Plásticos

Baseado no cálculo de que mais de 315 milhões de computadores estão obsoletos e que os produtos plásticos perfazem 6,2 kg por computador, em média, haverá mais do que 1814 milhões de toneladas de plásticos descartados.

Uma análise encomendada pela Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC) estimou que o total de restos de plásticos esteja subindo para mais de 580 mil toneladas, por ano.

O mesmo estudo estimou que o maior volume de plásticos usados na manufatura eletrônica (cerca de 26%) era de polinil clorido (PVC), que é responsável por mais prejuízos à saúde e ao meio ambiente do que a maior parte de outros plásticos. Embora muitas empresas fabricantes de computadores tenham reduzido ou parado com o uso do PVC, ainda há um grande volume de PVC contido em restos de computadores.

O Ministério do Meio Ambiente acredita que, entre 1996 e 1999, tenham sido descartadas em todo o Brasil, 11 toneladas de baterias. Cerca de 80% delas tinham a combinação de níquel e cádmio, a mais tóxica.

### Radiografia do Lixo Eletrônico

Ao comprar, usar ou descartar um computador, ou um aparelho celular as pessoas nem imaginam quais os tipos de materiais e substâncias que estão contidas dentro do equipamento, tanto substâncias tóxicas quanto materiais nobres como ouro e platina que acabam no mesmo destino, lixo.

A **tabela 1** mostra propriedades eletrônicas de uma tonelada de lixo eletrônico misto.

Material	Porcentagem
Ferro	Entre 35% e 40%
Cobre	17%
Chumbo	Entre 2% e 3%
Alumínio	7%
Zinco	4% a 5%
Ouro	200 a 300 gramas
Prata	300 a 1000 gramas
Platina	30 a 70 gramas
Fibras plásticas	15%
Papel e Embalagens	5%
Resíduos não recicláveis	Entre 3% e 5%

Fonte: Programa Ambiental das Nações Unidas

### T1. Materiais encontrados em 1 tonelada de lixo eletrônico.

### Ouro no Lixo Eletrônico

Segundo Ossamu (2007), na Europa e Estados Unidos, os maiores produtores de lixo eletrônico do mundo, 70% de todo o lixo é enviado gratuitamente ou vendido por preço simbólico à China.

Na cidade de Guiyu, no litoral do país, com 150.000 habitantes, a principal riqueza é o garimpo no lixo eletrônico. Oito em cada dez habitantes, incluindo crianças e idosos passam o dia destroçando carcaças de computadores e outros aparelhos em busca de metais que possam ser recuperados e revendidos, como o cobre, aço e ouro. As imagens mostram pessoas trabalhando na separação de materiais (**figura 1a e 1b**).

As estatísticas dizem que há mais ouro em uma tonelada de lixo eletrônico, do que em 17 toneladas do minério bruto do metal, e que as placas de circuitos eletrônicos são 40 vezes mais ricas em cobre do que o minério bruto. No entanto, há males nesta ação, como já foi dito os componentes e





F1b. Na cidade de Guiyu na China a principal riqueza é o garimpo de lixo eletrônico.

placas estão recheados de metais pesados, como chumbo, mercúrio, cádmio e berílio, altamente tóxicos, as placas de circuito eletrônico são desmontadas em fogareiros de carvão, as carcaças de PVC também são derretidas para reaproveitamento, um processo que libera gases tóxicos.

Estudos constataram que o solo da região está contaminado por metais, não resta uma só fonte de água potável em um raio de 50 quilômetros da cidade, e estas informações não tiram o entusiasmo dos recicladores, pois, este tipo de reciclagem constitui um negócio tão promissor que outros países como Índia e Nigéria passaram a disputar com os chineses os carregamentos de lixo eletrônico.

### Utilização de Lixo Eletrônico para Aprendizagem

Atualmente, várias instituições estão criando programas de conscientização sobre o lixo eletrônico com foco em desenvolvimento sustentável. Entre elas, a maioria utiliza este recurso para promover a aprendizagem

através de cursos voltados para a área de informática e eletrônica, utilizando lixo de computadores para fazer experiências reais, e algumas instituições ainda recuperam peças e montam computadores a partir das sucatas para serem doados a comunidades carentes. Esta é uma grande ação que visa um futuro consciente, no entanto, o lixo eletrônico utilizado para este fim é apenas uma fatia da enorme quantidade gerada pela humanidade.

O Colégio e Faculdade Eniac, localizado em Guarulhos, é uma das instituições que mais colaboram contra este tipo de problema na região, tendo um posto de coleta amplo para todos os tipos destas sucatas. Com o material arrecadado, promovem a reutilização deste material para a aprendizagem dos alunos do ensino médio/técnico, e o que não pode ser reaproveitado é destinado a empresas que possam promover a reciclagem. A sucata (figura 2a) é transformada em material didático pelos jovens estudantes (figura 2b).

### Considerações Finais

A humanidade está em uma época de grandes tecnologias, criações e aprimoramentos contínuos e, devido a isso, está gerando uma preocupação a que antes não se dava muita importância, mas que agora está resultando em uma consequência negativa. A cada ano cresce o volume de lixo proveniente da tecnologia, e junto a este cresce também a falta de consciência em relação ao seu destino.

Atualmente, a Lei 13.576/09 diz que o fabricante do produto é responsável pelo resíduo que ele se tornará, muitas empresas obedecem a lei e recolhem lixos provenientes de seus produtos, mas ainda há muito por fazer, muito mais do que pontos de entrega de lixo e programas de conscientização, é preciso tomar uma atitude global para a solução deste problema.

Existe um provérbio indígena que diz: “Somente quando a última árvore for cortada, o último peixe pescado e o último rio for poluído, é que o homem vai perceber que não poderá comer dinheiro”. **MA**

# Sensores

## na Automação Industrial

### Sensores ópticos, a fibra óptica, sensores de temperatura e rede AS-I

Trataremos, neste artigo, de alguns sensores muito utilizados nos sistemas de Automação Industrial, tais como: sensores de cor, sensores com fibra óptica, sensores de temperatura, etc. Como este assunto é muito extenso, não é possível esgotá-lo em um só artigo.

Apresentaremos, ainda, a rede AS-Interface (ou AS-i) para mostrar a interconectividade dos sensores descritos em diversos processos fabris.

Alexandre Capelli

#### Sensores de Cor

Ainda dentro da família dos sensores ópticos, temos o sensor de cor. Com uma eletrônica mais complexa, este sensor opera com três transmissores (vermelho, verde, azul), conforme podemos observar pela **figura 1**.

Através da modulação do emissor (**figura 2**), o receptor avalia o sinal. Se há coincidência para determinado padrão, a saída é acionada.

Este componente pode ser “programado” para reagir a determinada cor. Os fabricantes denominam esta operação de “Teach-in”.

Uma grande qualidade do sensor de cor é sua imunidade à luz externa.

Através do uso de grupos de sensores, podemos classificar, separar e organizar peças segundo a cor, em um processo contínuo ou discreto. **Cuidado!**

Alguns integradores confundem o sensor de cor com sensor “marca cor”. Este último reage apenas a diferenciação de contraste, e transmite apenas luz vermelha ou verde. Sua utilização é bem específica.

#### Sensores com Fibra Óptica

A fibra óptica tem sido muito utilizada na construção de sensores ópticos industriais.

A **figura 3** mostra um exemplo deste sensor na arquitetura “barreira direta”, já a **figura 4** ilustra outro do tipo retrorreflexivo.

**“Quais as vantagens de utilizar sensores ópticos com fibra óptica no lugar dos convencionais?”**

Depende do processo, mas as mais significativas são:

- Capacidade de detecção em áreas restritas, por exemplo: pequenos furos.
- Operação em ambientes hostis (calor, umidade, radiação, etc.)
- Alta precisão na detecção de pequenos objetos.

Tanto o de barreira direta como o retrorreflexivo podem ser feitos com fibras plásticas (polímeros) ou de vidro.

A opção por uma ou por outra pode ser avaliada segundo a **tabela 1**.

A **figura 5** traz um exemplo de detecção de pequenos objetos através de um sensor

## saiba mais

Introdução às redes de sensores sem fio

**Mecatrônica Atual 32**

Sensores óticos

**Mecatrônica Atual 17**

Sensores de Deslocamento

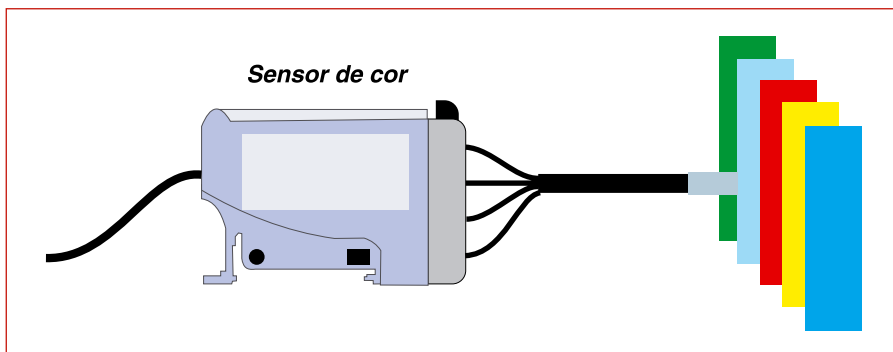
**Saber Eletrônica 455**

Sensores Fotoelétricos

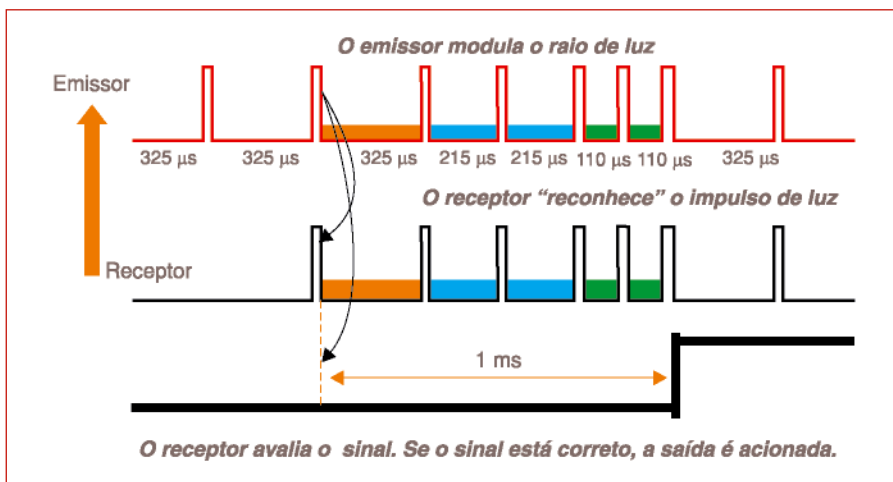
**Saber Eletrônica 453**

CLPs e Sensores

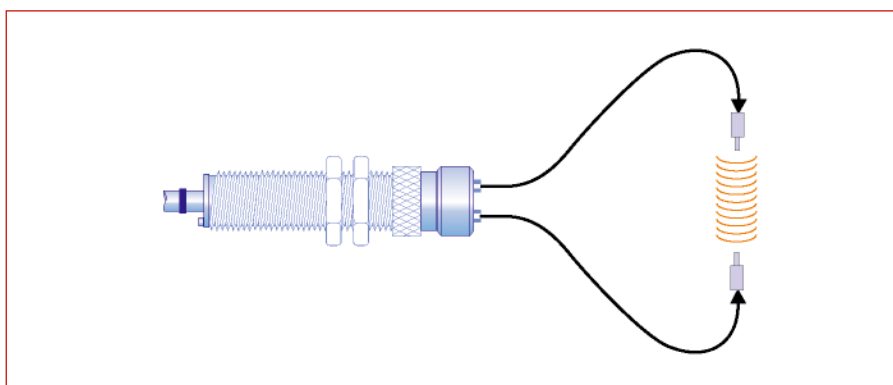
**Saber Eletrônica 453**



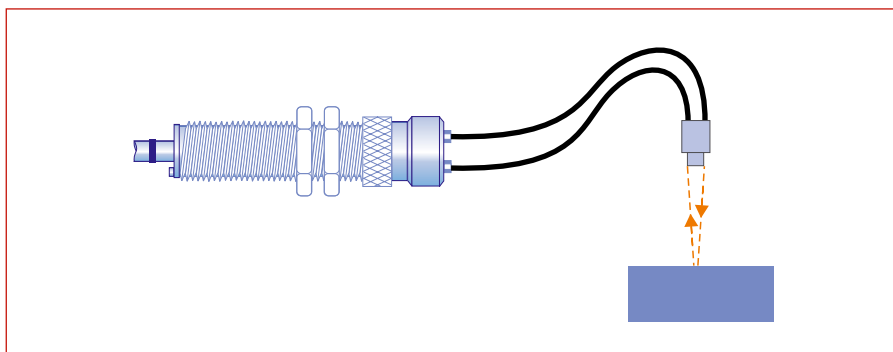
F1. Este sensor opera com três transmissores: vermelho, verde e azul.



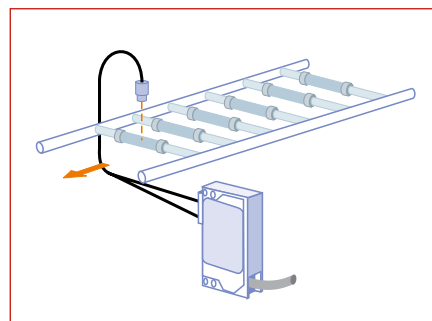
F2. Modulação do emissor.



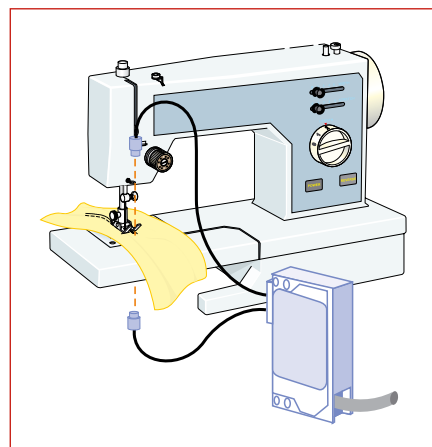
F3. Sensor óptico de barreira direta.



F4. Sensor retroreflexivo.



F5. Detecção de pequenos objetos.



F6. Sensor difuso na costura industrial.

<b>Polímero</b>	Alta resistência mecânica Pode ser conectada facilmente no sensor, sem necessidade de ferramentas especiais. Baixo Custo
<b>Vidro</b>	Adequada para altas temperaturas Baixa atenuação Vida longa

T1. Características dos tipos de fibras.

retroreflexivo de fibra óptica, e a **figura 6** um detector de peças colocado em uma máquina de costura industrial.

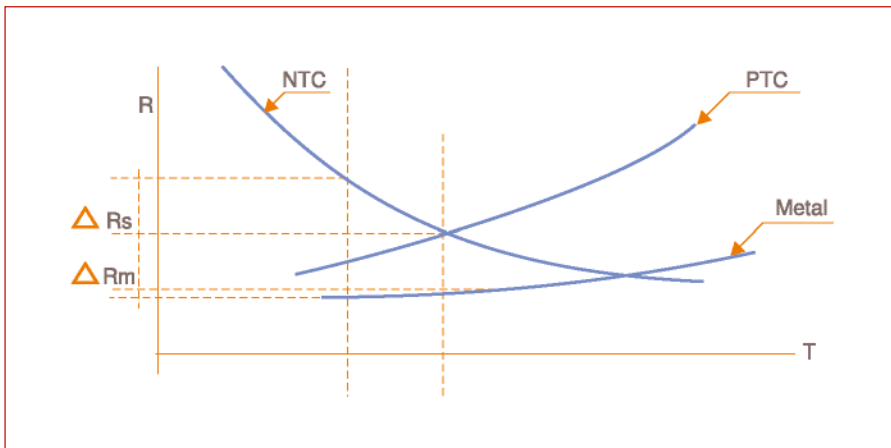
### Sensores de Temperatura

Com certeza, a temperatura é uma das grandezas mais comuns a ser monitorada e controlada em um processo fabril.

Podemos encontrar uma vasta gama de dispositivos utilizados como sensores de temperatura, porém, os termistores e os termopares são os mais comuns.

#### a) Termistores

Dizer que os termistores (nome oriundo de *thermal + resistors*) são componentes semicondutores sensíveis à temperatura e, de acordo com o seu tipo, NTC ou PTC,



F7. Variação da resistência com a temperatura para vários materiais.

apresentam um coeficiente negativo ou positivo da resistência em função da temperatura não é novidade para ninguém. Contudo, já vi algumas dúvidas “assaltarem” o integrador:

“Quando utilizar um ou outro?”

“Somente a temperatura pode ser sensorizada por esses componentes?”

“Quais são suas limitações?”

A faixa de operação dos termistores encontra-se entre  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $+1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A temperatura é função do tipo de encapsulamento, que pode ser de bolha de vidro, microplaquetas (parecido com capacitores), e como ponta de prova.

Podemos observar a comparação entre as curvas do NTC e PTC na **figura 7**.

Teoricamente, e salvo pequenas alterações, os circuitos que tratam os sinais dos termistores são quase iguais. Isto significa que para monitorar a temperatura podemos utilizar tanto o NTC quanto o PTC.

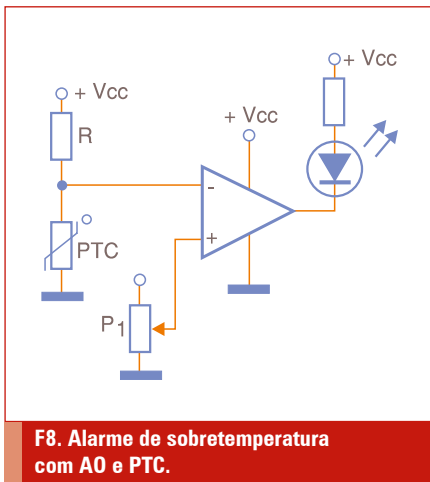
A **figura 8** ilustra um alarme de sobre-temperatura feito com um amplificador operacional e um PTC. O funcionamento é bem simples, uma vez que o amplificador está na configuração de malha aberta. O PTC faz parte de um divisor resistivo, então, quando a temperatura sobre ele se elevar, sua resistência também aumentará.

Ora, pela lei de Ohm, a tensão sobre ele terá sua amplitude incrementada de forma diretamente proporcional ao aumento da resistência. Quando este valor ultrapassar o valor de referência aplicado na entrada não inversora, a saída do operacional passará de  $+V_{cc}$  para 0 Volt, acionando o LED.

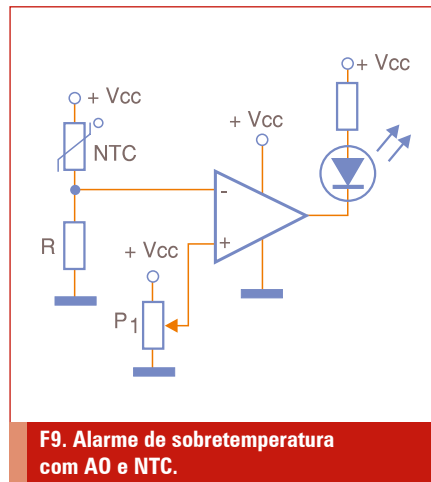
Notem pela **figura 9** que podemos fazer a mesma coisa com um NTC, apenas alterando sua posição no divisor resistivo. Como sua resistência, agora, diminui com a temperatura, a tensão em “R” aumentará. Quando essa ultrapassar o valor de referência, o LED acenderá.

“Então, qual deles utilizar na prática?”

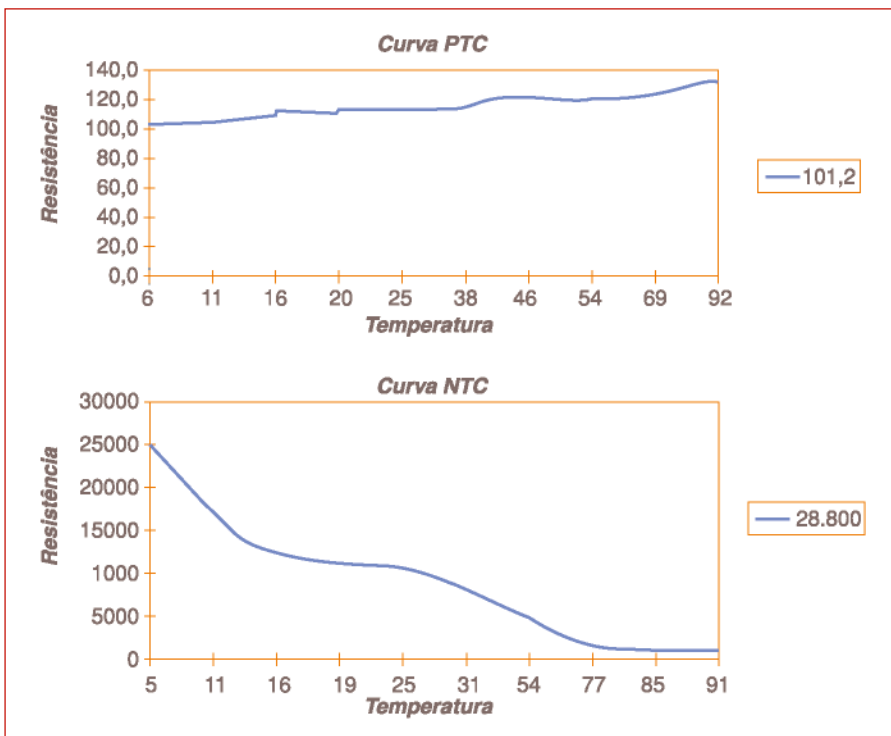
Depende da faixa de resposta que se deseja. Conforme podemos observar na **figura 10**, o PTC varia sua resistência em um “range” muito menor que o NTC para a mesma faixa de temperatura. Isto tem prós e contras. Se necessitamos cobrir uma larga faixa de temperatura, o NTC é a melhor solução, porém, se esta faixa for estreita e precisarmos de uma medida mais precisa, então, o PTC será mais indicado.



F8. Alarme de sobre-temperatura com AO e PTC.



F9. Alarme de sobre-temperatura com AO e NTC.



F10. Curvas de calibração (UFRGS/LMM).

Resumindo, o NTC cobre uma faixa maior com menor precisão, e o PTC uma faixa menor com maior precisão.

**“E quanto às aplicações?”**

Os termistores não são empregados apenas para medir temperaturas, mas também para operar com tudo o que a variação desta grandeza influi. Duas outras típicas aplicações, por exemplo, são os circuitos de proteção e desmagnetização.

**- PTC**

Devido às suas características, o PTC é o termistor mais usado em circuitos cuja finalidade não seja necessariamente “sensorial” temperaturas.

A **figura 11** ilustra um circuito utilizado em monitores e aparelhos de TV mais antigos, para desmagnetização do tubo de raios catódicos (TRC). Quando o circuito é ligado, a corrente oscila entre um valor máximo (PTC frio), e um mínimo (PTC quente). Essa oscilação “sub-amortecida” gera um contra fluxo magnético que protege o TRC a cada operação.

Reparem que, desta vez, o termistor está sendo utilizado de modo inverso ao de um sensor de temperatura. Na realidade, não se pode considerá-lo como tal nesta aplicação, mas sim como um componente limitador de corrente.

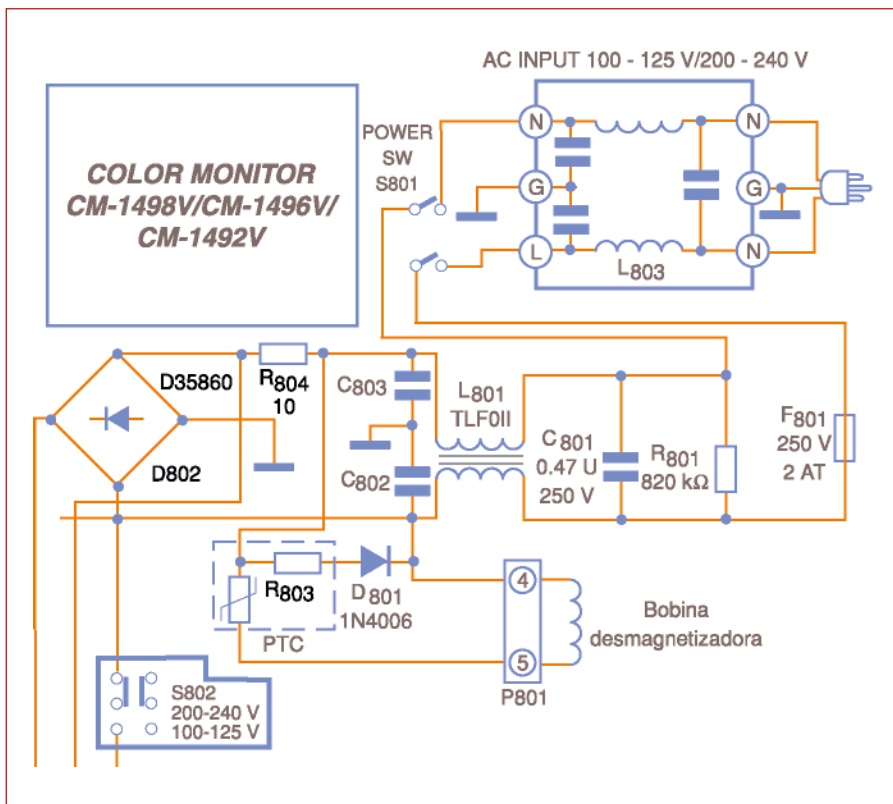
Quando projetamos um circuito para monitorar a temperatura, uma das regras mais básicas é evitar o autoaquecimento do sensor. Isto é feito de modo que o mínimo de corrente possível circule pelo elemento.

Assim, o calor devido ao efeito Joule é minimizado, e de influência desprezível em relação à temperatura ambiente. Amplificadores operacionais, graças a sua alta impedância, são coadjuvantes de suma importância nesses circuitos.

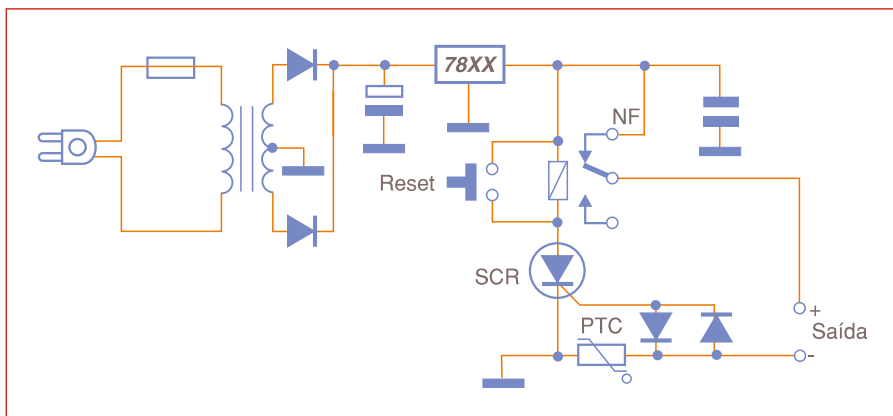
O princípio de funcionamento dos circuitos de desmagnetização, ao contrário, é justamente o autoaquecimento.

Outro exemplo de aplicação pode ser visto na **figura 12**. Trata-se de um circuito de proteção tipo “crowbar” para fonte de alimentação. Neste caso utilizamos uma fonte linear, porém, o mesmo pode ser empregado para fontes chaveadas.

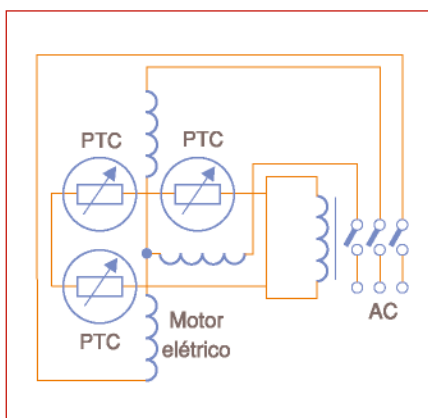
O SCR tem seu catodo e *gate* ligados através de um PTC. Por esse componente, circula a corrente de carga. Uma vez que esta assumia valores acima da capacidade da fonte, a tensão  $V_{GK}$  atinge  $0,7 V_{cc}$ , disparando o



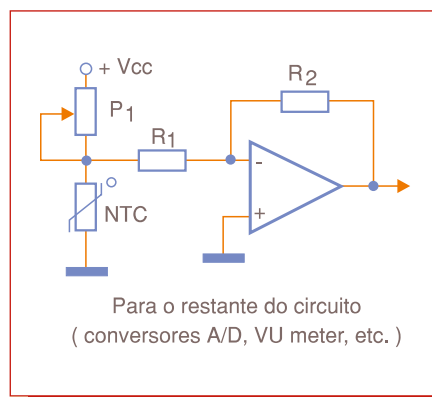
**F11. Desmagnetização automática num monitor.**



**F12. Circuito tipo "crowbar".**



**F13. Aplicação de PTC como sensor.**



**F14. Solução para medida de temperatura com PTC.**

Para o restante do circuito ( conversores A/D, VU meter, etc. )

SCR, e, conseqüentemente, desligando a saída. Novamente o acréscimo de corrente provocou o aumento da temperatura, que aumentou a resistência do PTC, levando a uma maior ddp entre seus terminais.

Existe ainda uma função híbrida, ou seja, monitorar uma temperatura, mas não para medi-la, e sim para executar determinada tarefa após essa atingir um valor limítrofe. A **figura 13** nos traz o mais clássico exemplo, onde um ou mais PTCs são alocados nas cabeças das bobinas do motor. Caso ocorra um acréscimo de temperatura, o circuito de comando será desabilitado.

O NTC também pode trabalhar nestas mesmas funções, isto é: desmagnetização, proteção, compensação, entre outras. En-

tretanto, devido a sua maior sensibilidade em função da variação da temperatura, geralmente ele é empregado na medição propriamente dita.

A **tabela 2** mostra um comparativo entre o PT100 (PTC cuja resistência encontra-se próximo a 100 Ω); e um NTC de 30 k Ω. Reparem que, enquanto o PTC variou 36 Ω, em função de uma variação de temperatura de 92 °C, o NTC variou 28000 Ω, segundo uma variação de 89 °C ( $\Delta t = 91\text{ °C} - 2\text{ °C}$ ).

**- Soluções para medir temperatura com o NTC.**

Basicamente, há 2 configurações possíveis para ligarmos um NTC ao circuito de medição: de forma direta ou através de uma ponte.

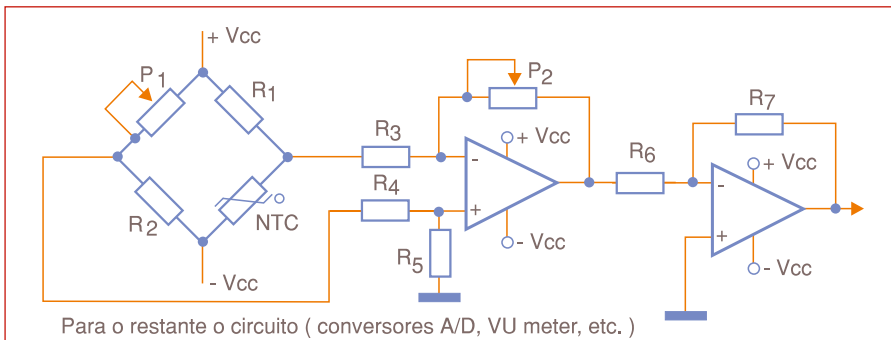
A **figura 14** mostra um exemplo de aplicação direta. Um divisor resistivo formado por um potenciômetro de ajuste ( $P_1$ ) e o NTC, variam a tensão de entrada no amplificador operacional de modo inversamente proporcional à temperatura. O ganho do circuito é definido pela razão:  $- R_2/R_1$ .

Já a **figura 15** apresenta o NTC ligado em ponte. Seu aquecimento desequilibra essa ponte, gerando uma pequena ddp entre os terminais do primeiro A.O. Como a tensão é de baixa amplitude, o primeiro circuito é um amplificador de "diferença".  $P_1$  provê o ajuste do ponto zero, e se  $R_6=R_7$ ; e  $P_2=R_3$ , então o ganho do circuito pode ser calculado por:  $P_2/R_3$ .

**"Quando utilizar um ou outro?"**

O primeiro tem ajustes menos críticos, e de maior simplicidade. Nesse caso, não é necessário uma fonte de alimentação simétrica, contudo, sua sensibilidade é menor.

O segundo, ao contrário, tem ajuste mais crítico; e uma fonte de alimentação simétrica deve fornecer um melhor resultado. Agora, entretanto, sua sensibilidade é maior.

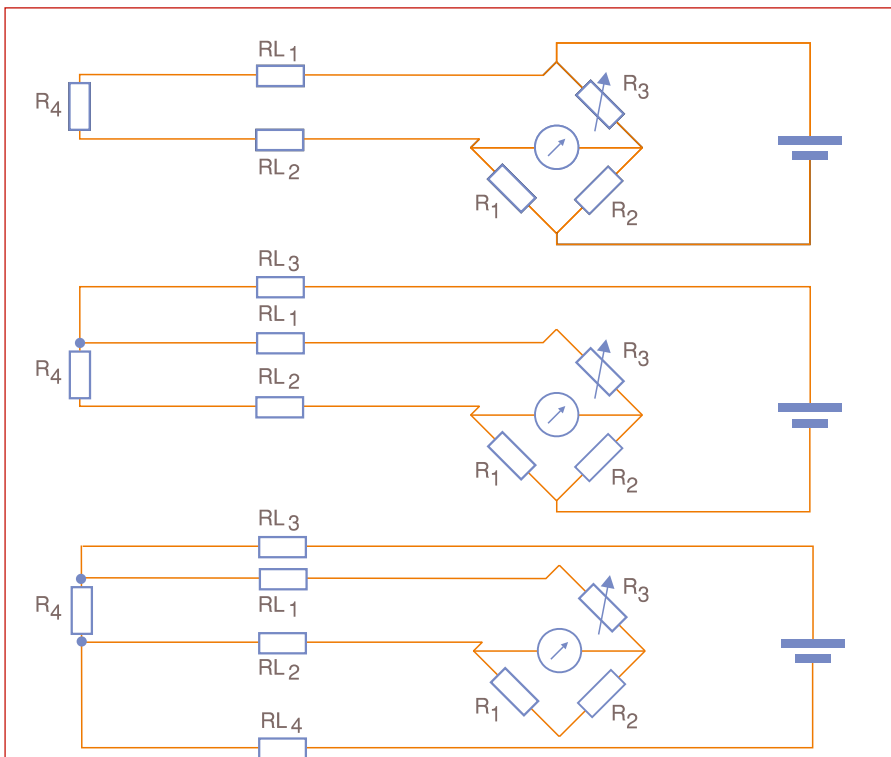


Para o restante o circuito ( conversores A/D, VU meter, etc.)

**F15. Outra solução para medição de temperatura com o NTC (ligado em ponte).**

NTC		PTC 100	
T °C	R (Ω)	T °C	R (Ω)
2	28800	2	100,2
5	25100	7	102,3
11	18420	10	103,5
16	14260	16	105,2
19	12530	20	107,2
25	10000	25	109,7
31	5690	33	113,3
54	3070	48	118,3
77	1280	53	120,1
86	1000	78	130,1
91	806	94	136,2

**T2. Comparativo entre NTC e PT100 (30 kΩ).**



**F16. Montagem a dois, a três e a quatro fios.**

Tipo	Materiais	Δt °C
B	Platina 30 % Ródio (+) Platina 6 % Ródio (-)	1370-1700
C	Tugtênio 5 % Rênio (+) Tugtênio 26 % Rênio (-)	1650-2315
E	Cromel (+) Constantan (-)	95-900
J	Ferro (+) Constantan (-)	95-760
K	Cromel (+) Alumel (-)	95-1260
N	Nicrosil (+) Nisil (-)	650-1260
R	Platina 13 % Ródio (+) Platina (-)	870-1450
S	Platina 10 % Ródio (+) Platina (-)	980-1450

**T3. Faixas de temperaturas típicas para os termopares do tipo B até S.**

## b) Termopares

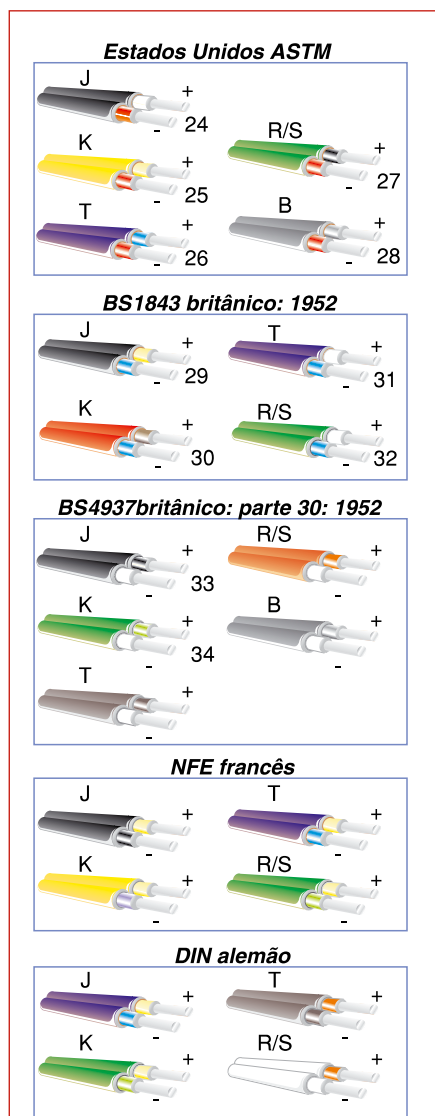
Ao contrário dos termistores, feitos de óxidos semicondutores (titanato de bário para os NTCs e magnésio para PTCs), os termopares são concebidos a partir de uma junção de dois metais. Uma vez submetida a altas temperaturas, essa junção gera uma pequena ddp entre seus terminais.

### “Quais parâmetros devem ser considerados na utilização de termopares?”

Vários, mas três são fundamentais. São eles: tipo, arquitetura de instalação e identificação dos seus terminais.

#### - Tipos

A **tabela 3** mostra as faixas de temperaturas típicas para os termopares do tipo B até S.



F17. Exemplos de termopares já encapsulados.

De acordo com a faixa de temperatura do processo, temos o melhor tipo de termopar. Claro que o preço varia muito em função dos diferentes metais utilizados.

#### - Arquitetura de instalação

Quanto mais longe o termopar estiver do sistema de medidas, maior será a resistência dos seus cabos ( $RL_1$  e  $RL_2$ ) e, conseqüentemente, a influência sobre os resultados. Por outro lado, se permitirmos que o sistema de medidas aproxime-se demais da fonte de calor, também teremos erros de medição.

Para resolver isto, dependendo da natureza do processo, os fios de um termopar podem variar de 1 m a 3 m. Conforme podemos ver na **figura 16**, podemos instalá-los de três formas: a dois fios; a três fios; e a quatro fios.

As duas últimas técnicas compensam as perdas e influências dos fios de ligação.

#### - Identificação

A identificação dos fios depende do fabricante, mais especificamente, da nacionalidade do fabricante. Isto pode ser visto através da **figura 17**.

## REDE AS – Interface

Agora que o leitor tem uma boa ideia sobre os principais sensores empregados nos sistemas de automação industrial, chegou o momento de tratarmos de sua interconectividade.

Para isso, vamos utilizar a rede **AS-Interface**. É claro que, quando falamos

em rede de sensores, significa que a planta sob análise é grande.

### “O que é ser grande?”

Bem, que eu saiba, não há uma definição padrão do número de sensores e demais componentes para especificar uma planta grande, média, ou pequena. Ao meu ver, entretanto, todo sistema organizado através de softwares supervisórios, com CLPs, IHMs, e atuadores trabalhando em vários níveis de informação é “grande”.

## a) Pirâmide da Automação

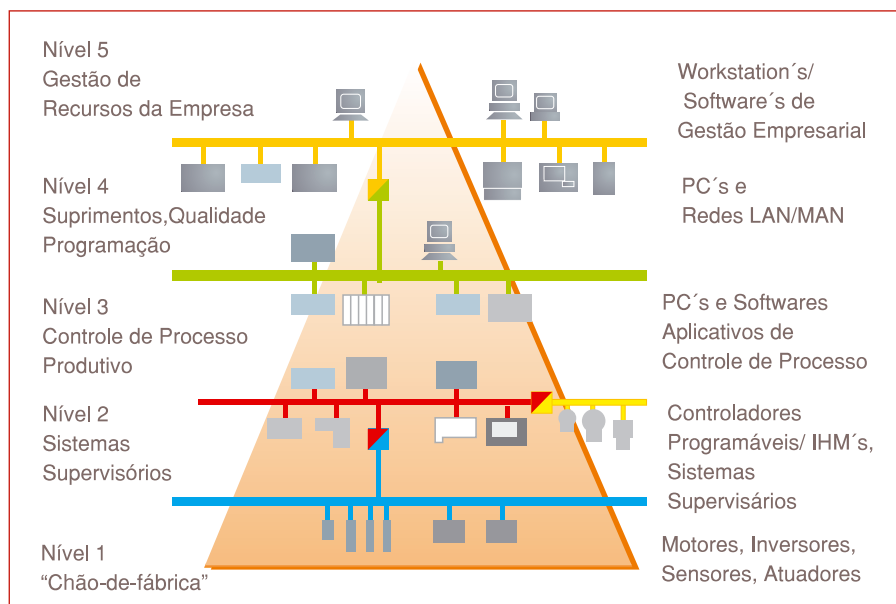
A **figura 18** mostra como um processo fabril, seja ele discreto, contínuo, ou ambos podem ser organizado.

O nível 1 é muito conhecido como “chão de fábrica”, onde através de controladores programáveis (geralmente CLPs); motores, inversores, sensores, e outros atuadores operam com baixo volume de informação, porém, em alta velocidade.

A camada imediatamente superior (nível 2) caracteriza-se por possuir algum tipo de supervisor. Neste ponto, já podemos encontrar IHMs interligados as demais camadas via rede.

No nível 3 está o controle produtivo da planta. Relatórios, estatísticas, banco de dados, entre outros caracterizam o tipo de informação nesta camada. Os demais níveis (4 e 5) são relativos ao planejamento e gestão financeira.

“E onde está a AS-Interface nesta pirâmide?”



F18. Pirâmide de automação de um processo fabril.

A cada nível que subimos, a rapidez com que as informações devem trafegar diminui, porém, seu volume aumenta.

Ora, se desejo saber quando devo comprar insumos, ou qual o tempo médio de máquina parada na minha fábrica, velocidade não é tão importante quanto assertividade. Resumindo, uma vez solicitada uma dessas informações, não fará diferença se ela estará

presente neste exato momento, ou daqui a alguns segundos.

**Fará?!**

Por outro lado, se um botão de emergência é acionado no chão de fábrica, por razões óbvias, é importante (para não dizer vital), que o respectivo dispositivo atue, ou deixe de fazê-lo. Caso um motor, por exemplo, deva parar imediatamente, o que poderá

ocorrer a um operador de máquinas se ele não corresponder?

O mesmo ocorre com um freio hidráulico, e outros sistemas de segurança.

Contudo, não se trata apenas de segurança, mas também do sincronismo da produção. Como já comentado, é nesse nível de baixo volume de informação e alta velocidade que a rede AS-Interface é uma boa solução.

Para os demais níveis temos outras redes que se adequam com maior propriedade. Ethernet, Profibus, Devicenet (entre outras) são algumas delas.

Neste artigo, o foco é apenas a “Actuator Sensor Interface”, ou Interface para Sensores e Atuadores.

**b) Topologia da rede AS – Interface**

A rede AS–Interface foi criada em 1994. Na verdade, ela surgiu em função da necessidade de redução dos custos e aumento da confiabilidade das plantas industriais.

**“De que modo ela proporcionou isto?”**

A **figura 19** ilustra o processo. A rede convencional necessita de uma maior cablagem, com condutores distintos para a alimentação, sinais analógicos, e sinais digitais. Além dos altos custos gerados pela imensa quantidade de cabos e suas respectivas instalações, a confiabilidade não é boa. Cabos partidos, maus contatos, e coisas do gênero são comuns neste tipo de instalação.

Já, a rede AS – Interface reuniu alimentação, sinais analógicos e digitais no mesmo par de fios. Ora, desta forma, tanto os custos com infra-estrutura como matéria-prima caíram. Ao mesmo tempo, a confiabilidade aumentou, uma vez que há um número menor de conexões.

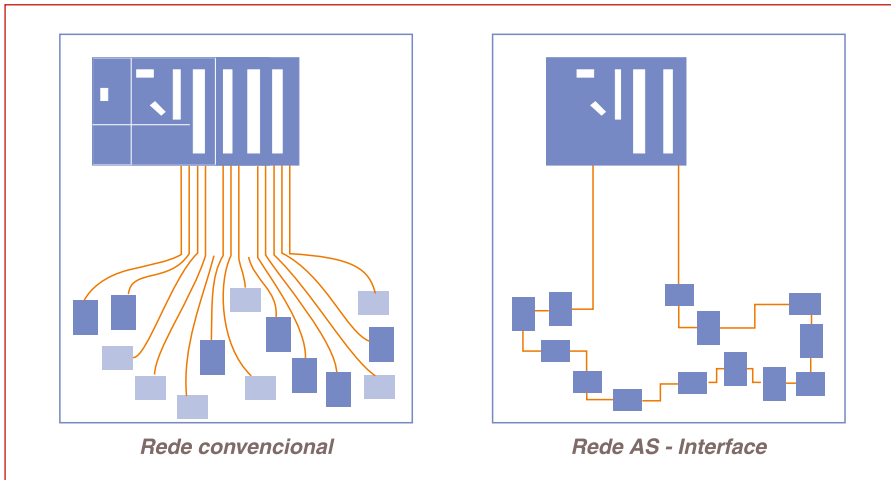
Conforme podemos ver através da **figura 20**, há quatro modos, ou melhor, topologias em que a rede AS–Interface pode se estruturar: ponto-a-ponto; barramento; anel e árvore.

**“Em qual parâmetro devo me basear para escolher uma ou outra?”**

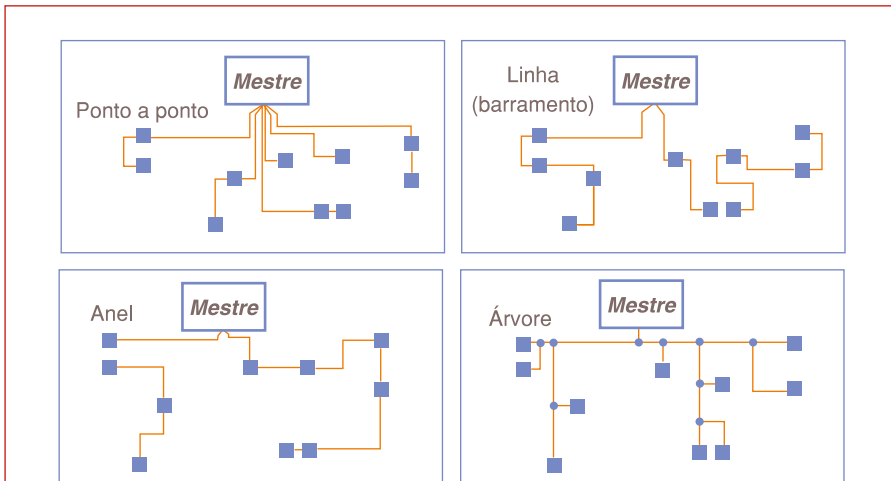
O mais significativo de todos: as características do *layout* da planta. Em outras palavras, em função de onde passarem os eletrodutos, é que saberemos qual topologia utilizar.

A **figura 21** nos traz um exemplo de um módulo (categoria IP67) com seu respectivo cabo.

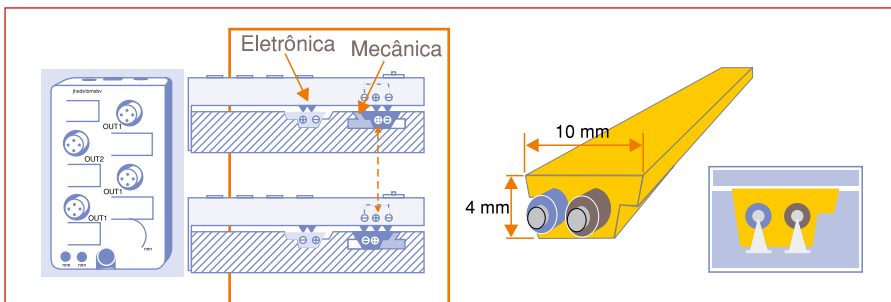
O “yellow cable” (cabo amarelo), também chamado de cabo achatado, tem uma



**F19. Redes de sensores: Convencional e AS-I.**



**F20. Quatro topologias possíveis para a rede AS-I.**



**F21. Exemplo de um módulo com seu cabo.**



geometria que impede sua conexão de forma invertida. Ele é ligado com uma ferramenta específica para conexão rápida, que funciona através do princípio da perfuração da isolamento por pressão (como nos “flat-cables”). A **figura 22** mostra um pequeno exemplo de sensores ligados na rede através de módulos distribuidores (chamados escravos) até um mestre e sua fonte de alimentação. Reparar que, após os módulos de designação “a”, somente um par de fios (yellow cable) transmite alimentação e sinais analógicos e digitais.

Além da robustez, essa rede é altamente imune a ruídos, de modo que blindagens e outros cuidados são desnecessários.

**“Qual a máxima distância entre um módulo escravo e seu mestre?”**

Aproximadamente 100 m, porém, conforme podemos ver na **figura 23**, podemos ampliar esta distância através de extensores e/ou repetidores.

**c) Interação Mestre/escravo e estrutura da mensagem**

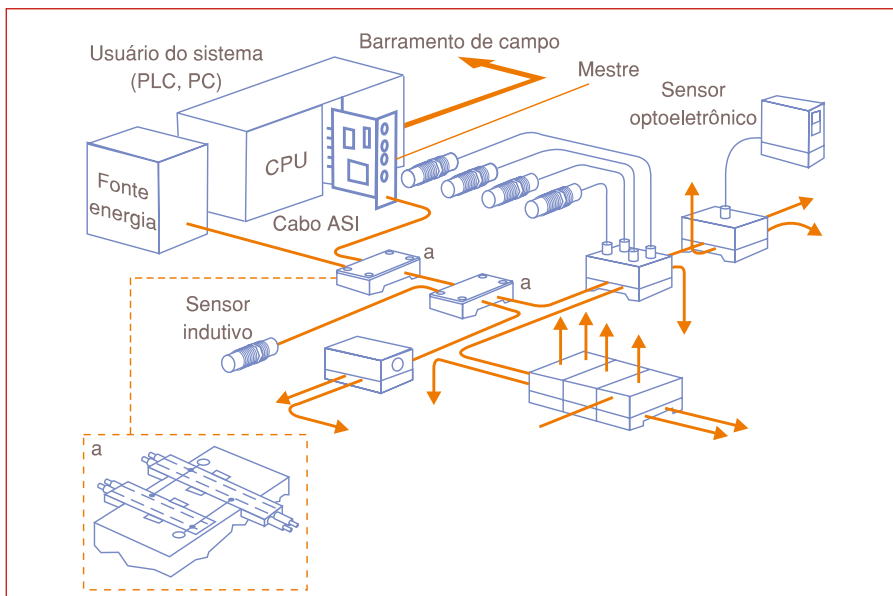
A AS-Interface é uma solução que envolve um único “mestre” por rede com varredura cíclica, a qual varre todos os escravos utilizando os endereços de rede. Todos os pacotes de dados envolvidos na troca de informação são pequenos, de estrutura simplificada e têm um comprimento fixo. Os bits são trocados entre o mestre e cada escravo de maneira individual, durante um ciclo de varredura. Portanto, os escravos na essência, são módulos de entrada e saída descentralizados.

O mestre, por sua vez, é capaz de estabelecer uma conexão com redes de níveis superiores. Através do próprio gerenciamento do trânsito de informações, disponibilizando-as em um *bus*.

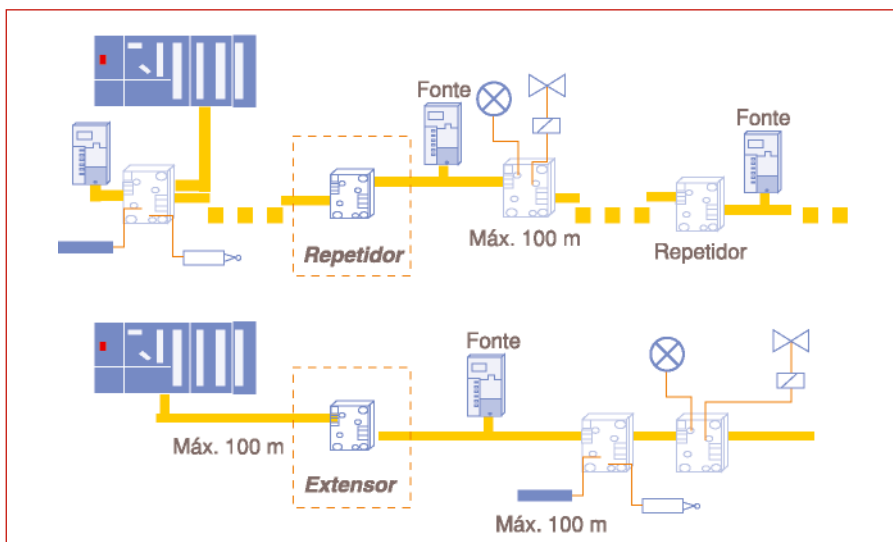
Paralelamente à consulta de sinais, o mestre também transita parâmetros a cada um dos participantes e realiza diagnósticos.

Uma grande vantagem desse sistema é a autoconfiguração, isto é, o usuário não precisa configurar nenhum parâmetro. O mestre executa automaticamente todas as funções que são necessárias para o seu correto funcionamento.

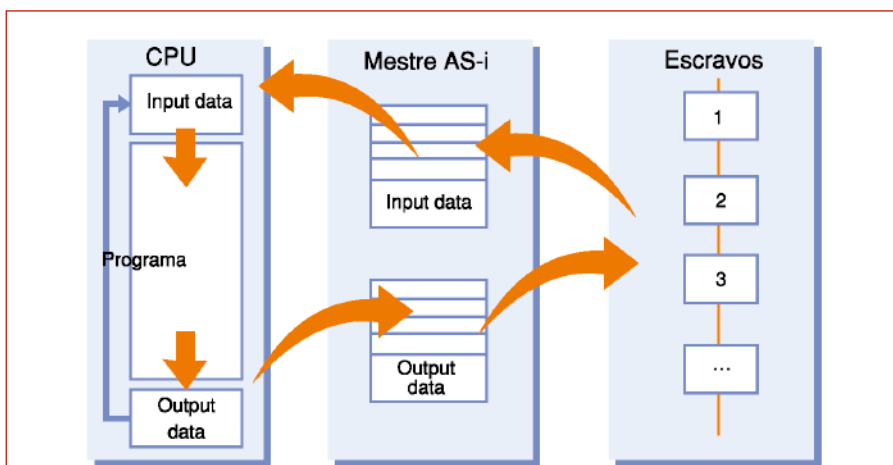
Através do autodiagnóstico, ele reconhece as falhas em qualquer ponto, indica o tipo dessa falha e em qual escravo ocorreu. A **figura 24** ilustra um diagrama simplificado desse processo.



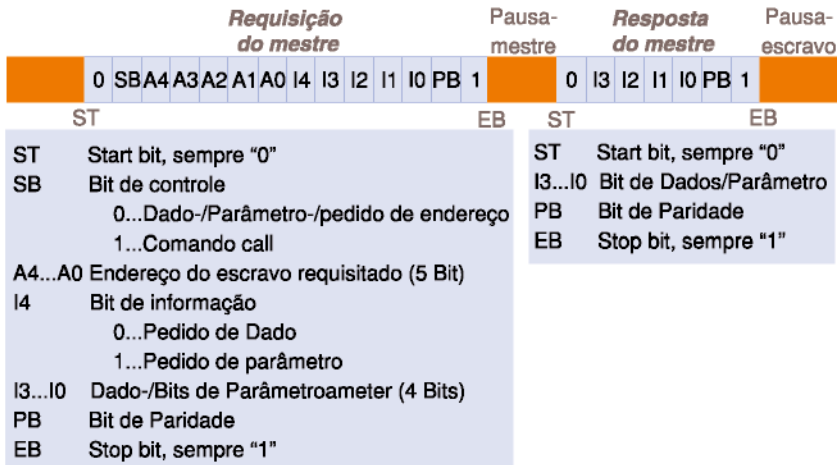
**F22. Sensores ligados a um módulo-mestre e à fonte de energia através de módulos-escravos.**



**F23. Operação com repetidor e extensor.**



**F24. Interação Mestre/Escravos.**



F25. Estrutura da mensagem do AS-Interface.

Na **figura 25** podemos ver a estrutura da mensagem da AS – Interface, e na **figura 26** um exemplo da leitura cíclica. No caso, um botão de emergência liga ou desliga um sistema através de um “ciclo binário”.

**d) Dimensionando a fonte de alimentação para a rede AS-Interface**

Cada módulo escravo AS-I precisa, aproximadamente, de uma corrente de até 40 mA cada, e ópticos 90 mA. Qual seria a fonte necessária para um sistema, com 30 módulos; 100 sensores indutivos e 20 ópticos ?

**Solução:**

Tensão de saída: 24 Vcc

Corrente Total:

30 módulos = 30 x 40 mA = 1,2 A

20 ópticos = 20 x 90 mA = 1,8 A

$I_T = 7 A$

**Potência Total (Fs = 0 ou Fs = 1) = 168 W**

Tabela de códigos dos escravos seguros

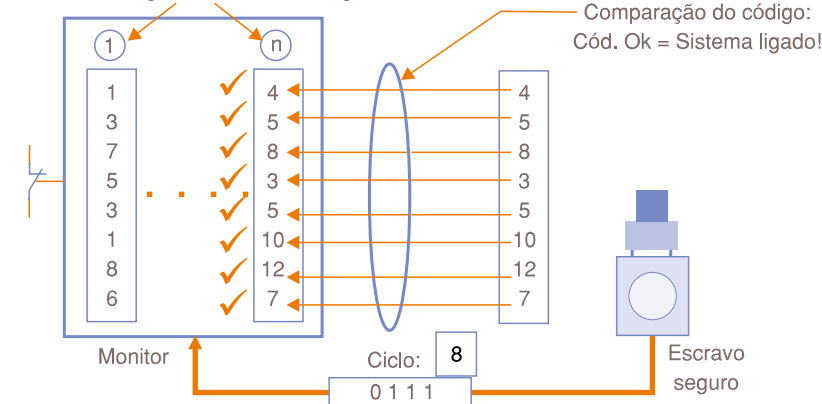
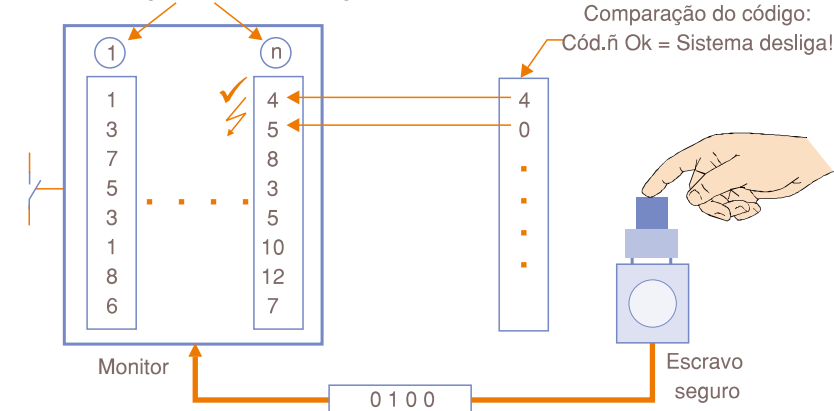


Tabela de códigos dos escravos seguros



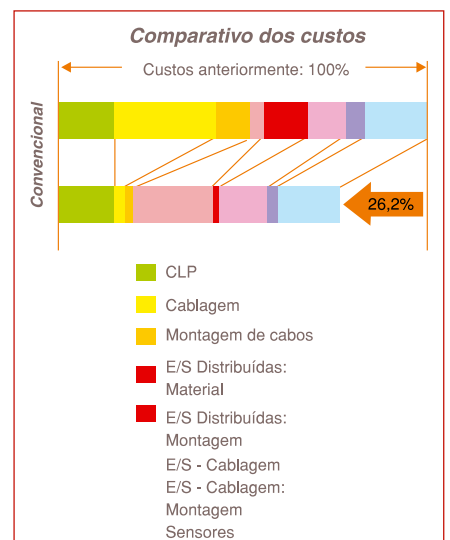
F26. Exemplo de leitura cíclica.

**e) Custo/benefício**

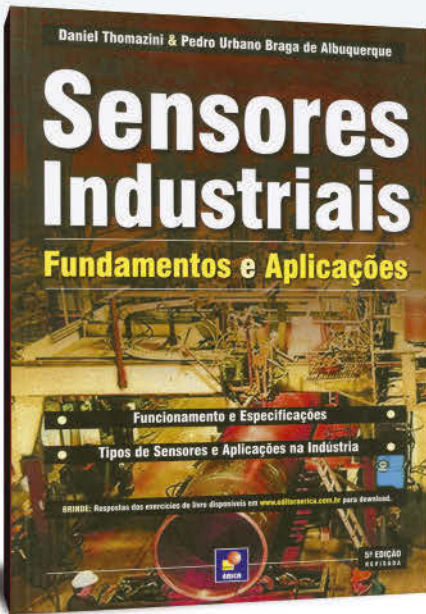
A relação custo/benefício da rede AS-Interface em relação a uma convencional depende muito das características de cada planta. Entretanto, a **figura 27** mostra uma análise da Siemens, que leva em consideração: cablagem, montagem, sensores, entre outros fatores. Reparem que, no mínimo, ela é 26 % mais barata. Cabe lembrar que sua confiabilidade, ainda assim, é maior.

**Conclusão**

Realizamos uma abordagem prática dos principais sensores utilizados na Automação Industrial. Esses conceitos são válidos tanto para processos contínuos como discretos. **MA**



F27. Comparativo de custos (Siemens).



## Sensores Industriais Fundamentos e Aplicações

Essa obra é destinada a alunos de graduação em engenharia ou tecnologia, técnicos e engenheiros que atuam em processos de automação de sistemas. Apresenta os tipos de sensores utilizados na indústria e alguns de uso doméstico. Aborda tanto o fundamento físico aplicado a eles quanto algumas de suas aplicações em campo. Destaca os sensores de fim de curso do tipo chave, de nível por radiação, de posição, acelerômetros, presença, ópticos, velocidade, temperatura, pressão, nível, vazão, tensão, corrente, potência, umidade, gases e pH. Traz uma lista de exercícios propostos para fixação do assunto.

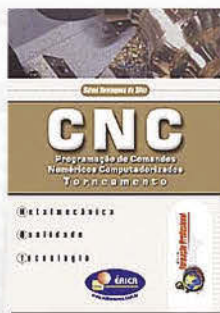
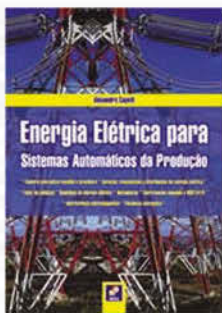


A tecnologia de automação integrou-se definitivamente aos processos de produção industrial. Hoje, a necessidade de alta produtividade em conjunto com a "excelência" da qualidade somente pode ser atendida com equipamentos rápidos, precisos e confiáveis.



O conteúdo dessa obra refere-se aos sistemas de Gerenciamento Eletrônico dos motores Diesel, e basicamente estão apresentados de forma cronológica. Pretende colaborar com os Técnicos que atuam com motores de ciclo Diesel, discorrendo sobre funcionamento, Características, Regulagens, Diagnósticos.

**Confira outros livros em nossa loja virtual**



# Redes de CLPs

## Parte 1

Nesta 1ª parte do artigo, damos uma breve apresentação das principais topologias de redes de CLPs industriais hoje existentes; das normas de comunicação na indústria; da fibra óptica e seus conectores; e por fim da tecnologia de comunicação industrial AS-I

Engº Filipe Pereira  
filipe.as.pereira@gmail.com

### saiba mais

Redes de comunicação Instalação de CLP na Indústria

**Mecatrônica Atual 51**

Arquiteturas de Sistemas de Automação Industrial utilizando CLPs

**Mecatrônica Atual 10**

Como melhorar o desempenho de Sistemas Baseados em CLP?

**Saber Eletrônica 453**

Redes Industriais Integração Industrial

**Saber Eletrônica 453**

As Redes industriais são necessárias devido à crescente informatização das empresas. Todas as etapas do processo produtivo devem ser informatizadas:

- o projeto do produto;
- a produção em escala industrial;
- o controle de qualidade;
- o controle do estoque de peças ou da matéria-prima usada para produção;
- o sistema de vendas ou de encomenda do produto.

O objetivo final é aumentar a eficiência, reduzindo os custos de produção, venda e distribuição do produto.

Nos sistemas industriais atuais existe uma grande tendência para a integração da comunicação e controle de diferentes níveis dos processos de fabricação. A introdução nesses sistemas de arquiteturas de redes industriais pode melhorar a eficiência, a

flexibilidade e a confiabilidade do sistema como um todo, reduzindo o tempo e os custos de instalação e manutenção.

Existe no mercado uma variadíssima gama de conceitos e siglas que, muitas vezes, fazem com que os profissionais responsáveis pela implantação desta tecnologia se sintam retraídos quando da aplicação da mesma.

### Níveis de uma rede Industrial

O suporte de comunicação de um ambiente industrial típico é formado por diversos níveis hierárquicos, constituindo uma estrutura que envolve, desde as tarefas administrativas até o controle da operação das máquinas e equipamentos de produção.

A integração e o intercâmbio de informações entre os níveis produtivos dependem de recursos de comunicação adequados que devem levar em conta as diferentes restrições temporais e requisitos associados ao funcionamento das atividades características de cada um desses níveis.

Desta forma surgiu a pirâmide CIM (*Computer Integrated Manufacturing*), que ilustra a função dos diferentes níveis hierárquicos (figura 1).

No nível mais elevado é centralizada toda a informação dos níveis mais baixos.

Este nível é normalmente dedicado a tarefas de gestão, nomeadamente, controle de estoques, vendas, estatísticas de produção. Os controladores são normalmente servidores ou estações de trabalho (*Personal Computers – PC's*).

Os tipos de rede que se aplicam neste nível são as LAN (*Local Area Network*) ou WAN (*Wide Area Network*).

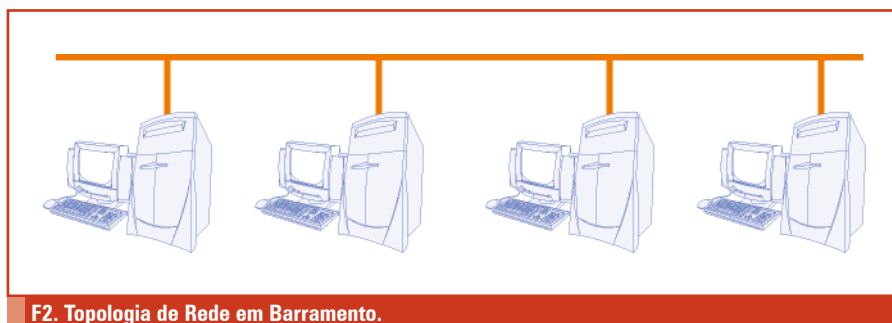
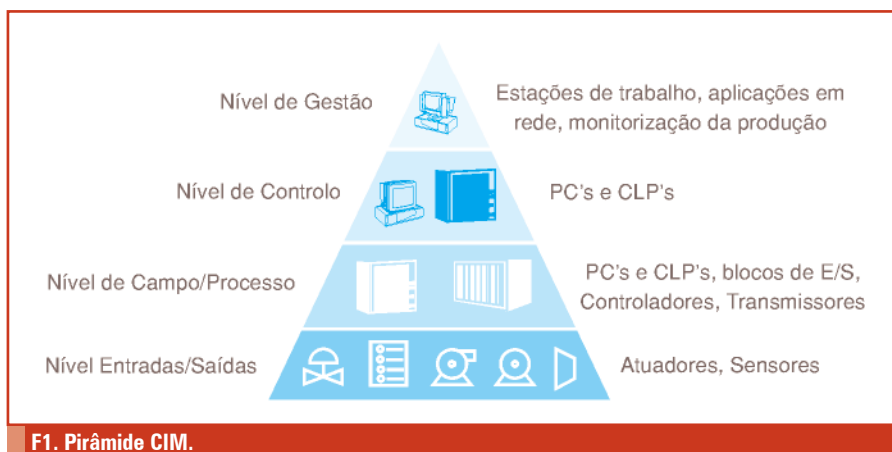
#### Nível de Controle

Neste nível é feita a interligação entre as diferentes zonas de trabalho. Os tipos de equipamentos que surgem neste nível são CLPs ou autômatos de gama alta, computadores industriais, controle de qualidade, etc. O tipo de rede neste nível também é LAN.

#### Nível de Campo/Processo

Neste nível encontram-se CLPs “mestres”, que controlam um pequeno número de CLPs “escravos”, integrando assim pequenos automatismos ou pequenas sub-redes.

Aqui, podem aparecer vários tipos de rede, como por exemplo Profibus (*Process Field Bus*) ou Modbus, que serão abordadas mais adiante neste curso.



#### Nível de Entradas/Saídas

Este nível é onde se encontram os Atuadores e os Sensores, ou seja, são as “mãos” e os “olhos” do nível superior.

Aqui podem ser usados alguns tipos de rede, como o AS-I (*Actuator Sensor Interface*), CAN (*Controller Area Network*), que também serão abordados mais à frente.

### Topologias de rede

As topologias de rede definem o tipo de implantação das cablagens. Existem várias topologias de rede, sendo as mais comuns em barramento, estrela e anel.

#### Rede em Barramento

Numa rede em barramento todos os dispositivos estão ligados diretamente à linha por onde circulam os pacotes, pelo que todos os dispositivos da rede veem os pacotes. Cada dispositivo de rede tem um endereço único que permite, através da análise dos pacotes, seleccionar os que lhe são destinados (figura 2).

#### Rede em estrela

Neste tipo de topologia cada dispositivo é ligado por um cabo independente a um ponto central que, normalmente, é um *Switch*. Nesta topologia os pacotes são sempre

direcionados para o destinatário através do dispositivo central (figura 3).

#### Rede em anel

A topologia em anel consiste em ligações ponto a ponto entre pares de dispositivos que, no seu conjunto, formam um anel.

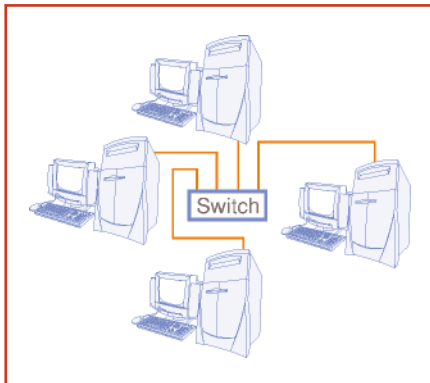
Nesta topologia, cada dispositivo tem a sua vez para transmitir ou receber. Só transmite ou recebe o dispositivo que tem o testemunho (*Token*). Depois de transmitir, passa o “Token” ao elemento seguinte segundo uma direção predefinida.

Os pacotes que circulam na rede, para além dos dados a serem transmitidos, contêm a informação sobre a origem da transmissão e o respectivo destinatário. Ao receber o pacote, cada dispositivo analisa a informação do destinatário e/ou o retira da rede, ou o passa ao dispositivo seguinte.

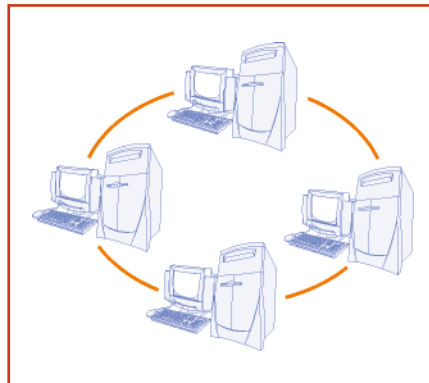
Graças a este protocolo de acesso ao meio, a confiabilidade da rede é assegurada, pois cada vez que o pacote é transmitido entre dois dispositivos o sinal é regenerado (figura 4).

#### Rede em Árvore

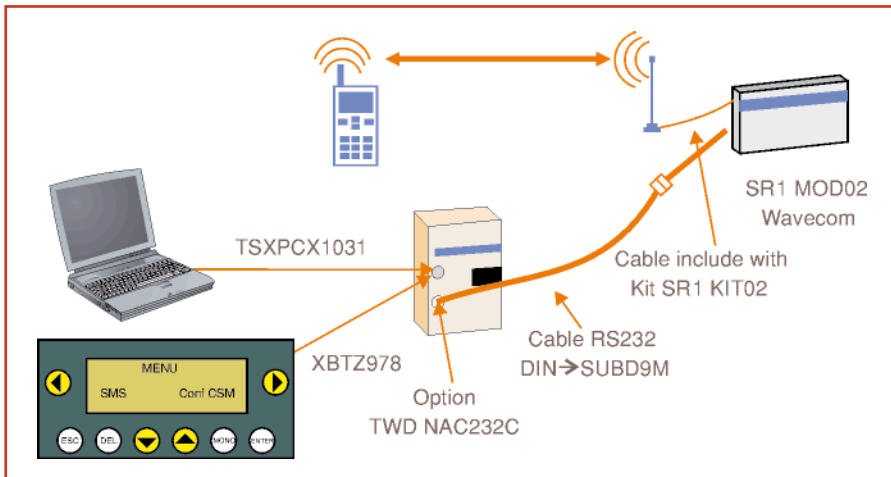
A topologia em árvore é uma mistura da topologia em barramento com a topologia em estrela, criando uma árvore.



F3. Topologia de Rede em Estrela.



F4. Topologia de Rede em Anel.



F5. Aplicação usando as normas de comunicação RS-232 e RS-485.

e DTC (*Data Communications Equipment*).

O DTE define os dispositivos do tipo computadores ou impressoras, o DCE refere-se a equipamentos de comunicações do tipo modems, ou seja, recebe dados de um dispositivo DTE e retransmite-os para outro dispositivo de dados DCE.

### Norma RS-485

Esta norma é das mais versáteis, pois permite criar uma rede de apenas 2 condutores com distâncias até 1200 metros, velocidades de 10 Mbps e 32 nós na mesma linha de comunicação. Com a utilização de repetidores é possível chegar aos 256 nós na rede. No entanto, quanto maior for a distância, menor será a velocidade de transmissão.

O modo de operação desta norma diz-se diferencial porque, dependendo da diferença de potencial entre os dois fios, tem-se o valor lógico 1 ou 0. Para exemplificar: sendo um dos fios o A e o outro B e, sendo o A positivo e o B negativo, temos o nível lógico 1, e temos o nível lógico 0 quando o B é positivo e o A negativo.

Outra das grandes vantagens é a facilidade com que se converte a comunicação RS-232 em RS-485.

Existem alguns equipamentos que habitualmente trazem este tipo de norma para ligação aos CLPs, nomeadamente, analisadores de energia, arrancadores suaves, variadores de velocidade. Este tipo de comunicação entre os equipamentos descritos anteriormente e o CLP, é importante em diversos casos práticos, nomeadamente em domótica, controle de equipamentos de força motriz e aplicações que exijam gestão energética (**figura 6**).

### Fibra Óptica

A utilização de fibra óptica está cada vez mais banalizada. A sua aplicação já não se resume a grandes distâncias ou instalações, e também já surge em projetos de menor dimensão e em aplicações mais específicas.

A fibra óptica apresenta inúmeras vantagens relativamente às linhas de cobre, tem maior largura de banda, imunidade ao ruído, e permite a implementação de redes que atinjam distâncias consideráveis.

A sua constituição resume-se basicamente a 3 elementos importantes, sendo o núcleo, revestimentos da fibra e o encapsulamento

### Normas de comunicação

Na área de redes industriais as normas de comunicação série são as mais usadas, nomeadamente a RS-232 ou RS-485.

Estas normas definem uma série de parâmetros elétricos e mecânicos que garantem a ligação viável entre dispositivos de diferentes fabricantes.

As normas de comunicação série estão presentes de raiz na maioria dos CLPs existentes no mercado e servem de interface para a maioria das redes industriais existentes.

Ultimamente já existem alguns dispositivos de automação que também têm de raiz a norma RJ45, possibilitando a integração direta numa rede Ethernet.

Existem uma grande variedade de equipamentos que usam as normas de comunicação série para se interligar aos CLPs, nomeadamente modems, consoles de interface com o utilizador ou até mesmo analisadores de energia e variadores de velocidade. Cada CLP permite normalmente a utilização de duas portas série (uma RS-232 e uma RS-485, ou duas RS-232).

Na **figura 5** está representado um sistema muito utilizado na área das águas e saneamento, visto que existem reservatórios de água ligados entre si com distâncias consideráveis e, onde se utiliza a comunicação GSM para partilhar informação entre eles, de forma a se conseguir fazer chegar a água de um reservatório para o outro sempre que seja necessário. Este tipo de sistema permite também o acesso remoto ao CLP e o envio de SMS com notificações de avaria para o técnico responsável.

### Norma RS-232

Esta norma apresenta-se em vários tipos de conectores, o DB9, DB25 (quase extinto), e o mini-DIN-9.

Nos CLPs os mais comuns são o DB9 e o mini-DIN9 (DB9 na Siemens e na OMRON, e o mini-DIN9 na SCHNEIDER).

Esta norma apresenta velocidades de transmissão baixas (19,2 kbps) e distâncias reduzidas (15 m).

Existem duas formas de ligar dispositivos RS-232, DTE (*Data Terminal Equipment*)

externo. A luz é transmitida pelo núcleo, e o primeiro revestimento tem como objetivo concentrar a reflexão de luz novamente no núcleo e o encapsulamento externo protege os revestimentos anteriores contra umidade e contatos mecânicos (figura 7).

Existem dois tipos de cabos de fibra óptica: Multimodo e Monomodo.

As fibras Monomodo possuem um núcleo muito mais fino (8 a 10 microns) do que as fibras Multimodo (62,5 microns), (figura 8).

As fibras Multimodo são mais baratas, uma vez que o seu núcleo ao ser mais espesso também tem menor precisão, permitindo uma perda de sinal luminoso muito maior em relação às Monomodo.

As fibras monomodo permitem um maior alcance do que as multimodo. Considerando como exemplo uma aplicação em Gigabit Ethernet, as fibras multimodo podem atingir um alcance de 550 metros, e as monomodo podem chegar aos 80 km.

Existem vários tipos de conectores que podem diferir, dependendo do tipo de fibra e do tipo de aplicações (figura 9).

O LC (*Lucent Connector*) é um conector muito pequeno que, como o nome sugere, foi originalmente desenvolvido pela Lucent.

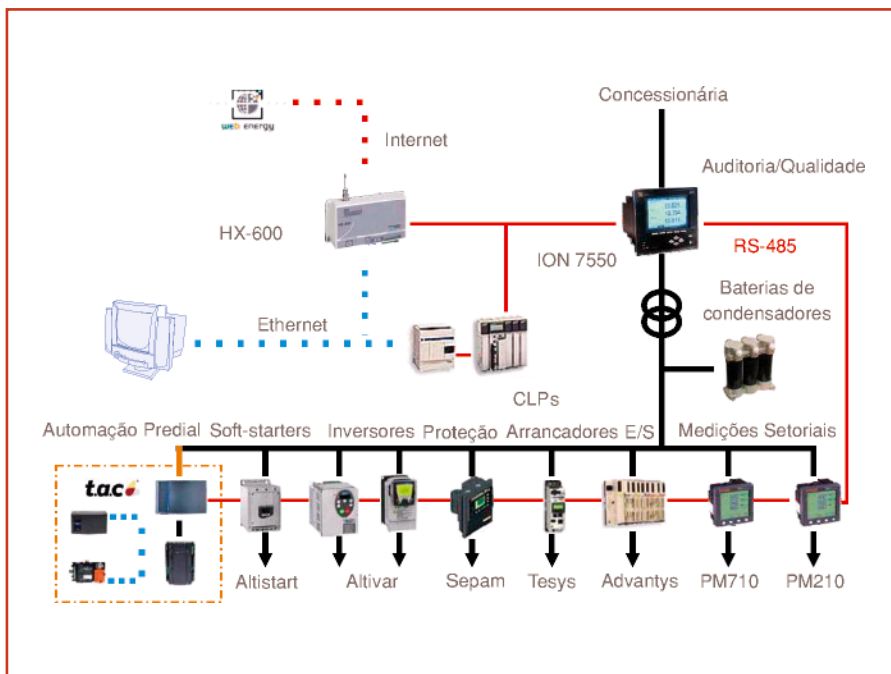
O ST (*Straight Tip*) é um conector mais antigo, muito popular para uso com fibras multimodo, que tem como desvantagem o seu tamanho que é quase duas vezes maior do que o LC.

O SC (*Simplex Connector*) era dos mais populares até o aparecimento do LC. No entanto, apesar da sua simplicidade e eficiência, é muito grande quando comparado com o LC. Aparece com frequência em redes Gigabit, tanto com cabos multimodo como monomodo.

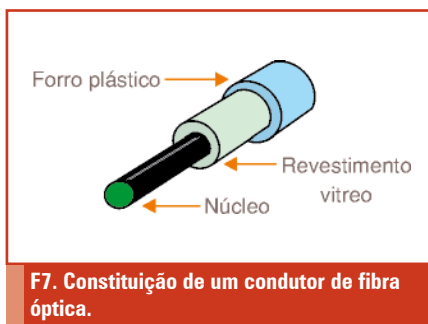
O MT-RJ (*Mechanical Transfer Registered Jack*) é um padrão novo, que utiliza uma forma em quadrado, com dois orifícios para combinar as duas fibras num único conector, pouco maior que um conector RJ11.

Para fazer a interligação de uma rede em fibra óptica para uma rede em cobre, precisamos de um conversor capaz de converter os sinais ópticos em sinais elétricos.

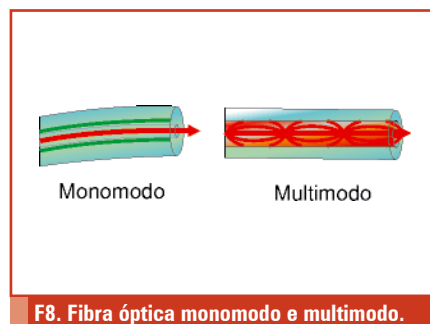
*Transceiver* é o nome designado ao equipamento usado nas redes Ethernet para fazer essa conversão. Este tipo de equipamento disponibiliza uma ou mais portas de entrada com conectores de fibra óptica e uma ou mais portas de saída em RJ45, ou vice-versa.



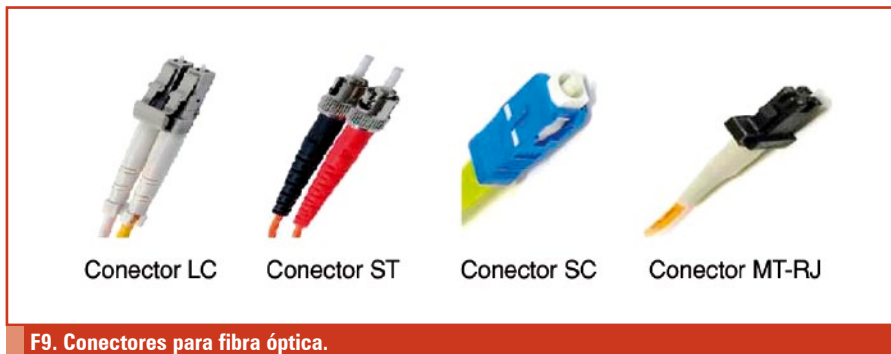
F6. Exemplo de aplicação para gestão energética usando a norma RS-485.



F7. Constituição de um condutor de fibra óptica.



F8. Fibra óptica monomodo e multimodo.



F9. Conectores para fibra óptica.

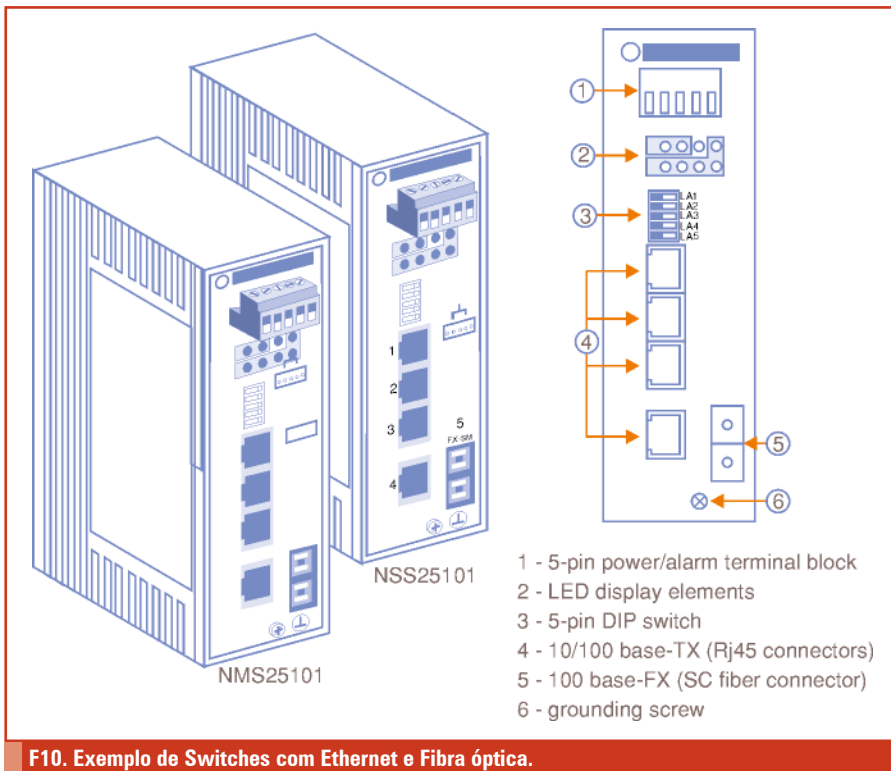
De salientar que neste tipo de redes (Ethernet), enquanto o cabo de cobre necessita de quatro condutores, o cabo de fibra óptica requer apenas duas fibras, uma para enviar e outra para receber. No entanto, o número de fibras depende sempre do tipo de rede a implementar.

Existem alguns Switches já com porta RJ45 e Portas SC, como acontece com os representados na figura 10.

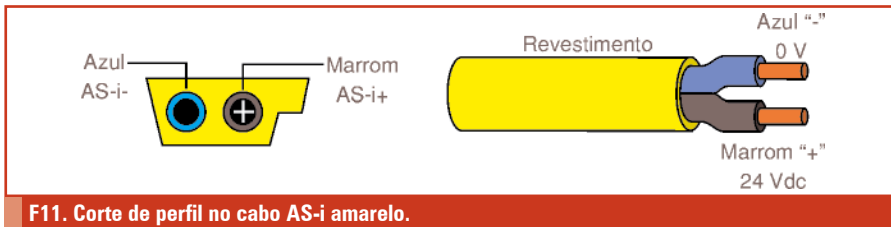
### AS-Interface

Esta tecnologia foi desenvolvida como uma alternativa de baixo custo em relação às redes de cabos convencionais e, após vários anos de utilização em diversos setores industriais, provou ser bastante confiável.

O objetivo é ligar entre si, sensores e atuadores de diversos fabricantes, utilizando um cabo único, capaz de transmitir dados e alimentação simultaneamente.



F10. Exemplo de Switches com Ethernet e Fibra óptica.



F11. Corte de perfil no cabo AS-i amarelo.

### Modelo de comunicação

O sistema AS-Interface utiliza apenas um “mestre” por rede para controlar a troca de dados. O “mestre” chama cada “escravo” sequencialmente e aguarda pela sua resposta. Utilizando uma transmissão de formato fixo, o AS-Interface elimina a necessidade de processos complicados de controle de transmissão.

Assim, o “mestre” consegue interrogar os 31 “escravos” e atualizar as E/S em menos de 5 ms, verificar também a tensão na rede e os dados transmitidos, e reconhecer erros de transmissão e falhas dos “escravos” e reporta estes eventos ao controlador (CLP).

É possível trocar ou adicionar “escravos” durante a operação normal, sem interferir com a comunicação com os outros nós.

O comprimento máximo de cabo para cada “mestre” é de 100 m, sem repetidores. Com repetidores, pode ir até 300 m.

Podem existir dois tipos de “escravos”:

- O primeiro é um módulo que permite a ligação de atuadores e sensores comuns de 24 VDC. O módulo é responsável por integrar sensores comuns de 24 VDC em sistemas AS-I. Podem ser módulos IP67 ou IP20 (4 entradas e 4 saídas), para um total de 248 E/S num sistema;

- O segundo tipo é o atuador ou sensor dedicado AS-Interface. Cada uma destas unidades gera 4 bits de entrada e 4 bits de saída. Cada um destes equipamentos tem um endereço único na rede.

A troca de dados entre “mestre” e “escravo” no AS-i consiste sempre num pedido do “mestre”, seguido por uma pausa e uma posterior resposta do “escravo”, também seguida de uma pausa. A pausa do “mestre”, tem que ser mantida e verificada pelo “escravo” depois de receber um pedido do “mestre” e apresenta duração de 18 a 60 µs. A pausa entre a resposta do “escravo” e o próximo pedido do “mestre” é o intervalo de tempo em que a rede estará livre após o fim de uma resposta do “escravo”. A especificação do “mestre” determina que a duração máxima desta pausa seja de 12 µs em operação normal, assegurando que o tempo de ciclo será mantido. Levando-se em consideração a taxa de comunicação do AS-i (167 kbit/s) e incluindo todas as pausas necessárias, chega-se a uma taxa líquida de 53,3 kbit/s, gerando uma eficiência na transferência de 32%. **MA**

O sistema AS-Interface utiliza o princípio de um cabo comum, onde se podem ligar todos os elementos periféricos. O elemento básico do AS-Interface é um “chip” “escravo”, através do qual os sensores e atuadores se ligam ao cabo AS Interface.

### Meio físico

O cabo comum é composto por dois fios, tem um perfil que evita a inversão da polaridade quando conectado a um novo membro, e não tem qualquer blindagem que o proteja de interferências eletromagnéticas. Transporta simultaneamente dados e alimentação para os elementos da rede.

Este cabo é habitualmente designado como “Yellow flat cable”. Para aplicações que debitam potência maior, existem versões especiais diferenciadas por cores para alimentação auxiliar, como o cabo preto (“black flat cable”, fornecendo até 30 V) e o vermelho (“red flat cable”, fornecendo até 230V AC).

A conexão do cabo AS-i é rápida, feita geralmente através de conectores do tipo “vampiro” que perfuram o isolamento do cabo e estabelecem o contato com os condutores.

Em caso de modificação da instalação, ao retirar um elemento da rede o cabo retorna ao seu aspecto original, pois o seu isolamento é “autorregenerativo”. Na **figura 11** é apresentado um corte de perfil no cabo AS-i amarelo.

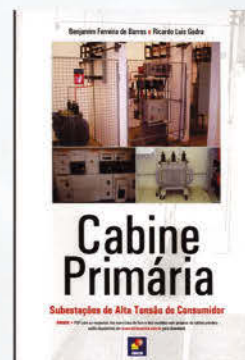
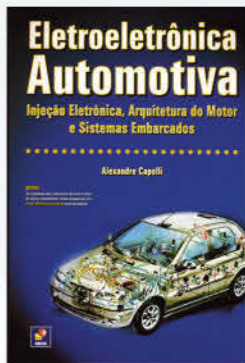
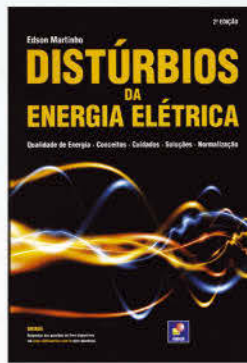
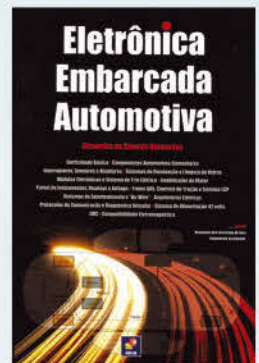
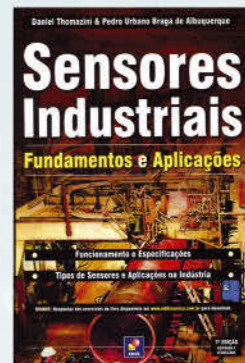
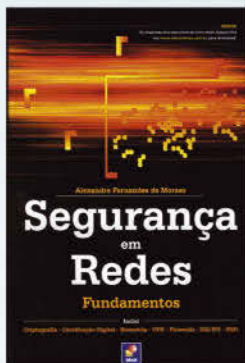
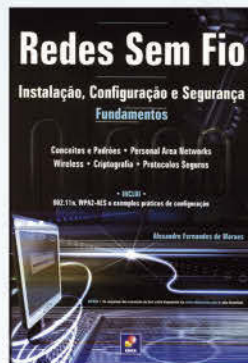
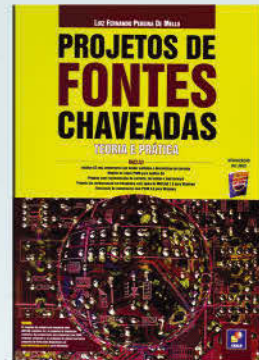
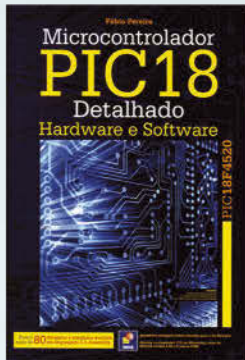
Como o cabo AS-Interface não tem blindagem, a sua imunidade ao ruído é resolvida com a codificação dos dados digitais num sinal senoidal com uma pequena largura de banda.

Existe um filtro que elimina as frequências fora dessa largura de banda, o que permite que o AS-Interface possa operar em ambientes com ruído elétrico, sem haver erros de transmissão.

A topologia deste tipo de rede é uma estrutura em árvore.



# Ótimos livros por um excelente preço



# SIS Sistemas Instrumentados de Segurança

# Uma visão prática

## Parte 4

Os Sistemas Instrumentados de Segurança (SIS) são utilizados para monitorar a condição de valores e parâmetros de uma planta dentro dos limites operacionais e, quando houver condições de riscos, devem gerar alarmes e colocar a planta em uma condição segura, ou na condição de *shutdown*

César Cassiolato  
Diretor de Marketing, Qualidade  
e Engenharia de Projetos e Serviços -  
Smar Equipamentos Industriais

## saiba mais

**IEC 61508**, "Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems".

**IEC 61511-1**, clause 11, "Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector - Part 1: Framework, definitions, system, hardware and software requirements", 2003-01

**Safety Instrumented Systems Verification: Practical Probabilistic Calculation.**

William M. Goble, Harry Cheddie,

**Sistema de intertravamento de segurança.** Esteves, Marcello; Rodriguez, João Aurélio V.; Maciel, Marcos, 2003.

**Sistemas Instrumentados de Segurança.** César Cassiolato

**Confiabilidade nos Sistemas de Medições e Sistemas Instrumentados de Segurança.**

César Cassiolato

**Manual LD400-SIS**

SIS - Parte 1 a 3, César Cassiolato  
**Mecatrônica Atual 51 - 53**

[www.numa.org.br/  
conhecimentos/conhecimentos\\_  
port/pag\\_conhec/FTA.htm](http://www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos_port/pag_conhec/FTA.htm)

As condições de segurança devem ser sempre seguidas e adotadas em plantas e as melhores práticas operacionais e de instalação são deveres dos empregadores e empregados. Vale lembrar ainda que o primeiro conceito em relação à legislação de segurança é garantir que todos os sistemas sejam instalados e operados de forma segura, e o segundo é que instrumentos e alarmes envolvidos com segurança sejam operados com confiabilidade e eficiência.

Os Sistemas Instrumentados de Segurança (SIS) são os sistemas responsáveis pela segurança operacional e que garantem a parada de emergência dentro dos limites considerados seguros, sempre que a operação ultrapassar estes limites. O objetivo principal é se evitar acidentes dentro e fora das fábricas, como incêndios, explosões, danos aos equipamentos, proteção da produção e da propriedade e mais do que isto, evitar riscos à vida ou danos à saúde pessoal e impactos catastróficos para a comunidade. Deve-se ter de forma clara que nenhum sistema é totalmente imune a falhas e sempre deve proporcionar mesmo em caso de falha, uma condição segura.

Durante muitos anos os sistemas de segurança foram projetados de acordo com os padrões alemães (DIN V VDE 0801 e DIN V 19250) que foram bem aceitos durante anos pela comunidade mundial de segurança, o que culminou com os esforços para um padrão mundial, a IEC 61508, que serve hoje de guarda-chuva em seguranças operacionais envolvendo sistemas elétricos, eletrônicos, dispositivos programáveis

para qualquer tipo de indústria. Este padrão cobre todos os sistemas de segurança que têm natureza eletromecânica.

Os produtos certificados de acordo com a IEC 61508 devem tratar basicamente 3 tipos de falhas:

- Falhas de hardware randômicas;
- Falhas sistemáticas;
- Falhas de causas comuns.

A IEC 61508 é dividida em 7 partes, das quais as 4 primeiras são mandatórias e as 3 restantes servem de guias de orientação:

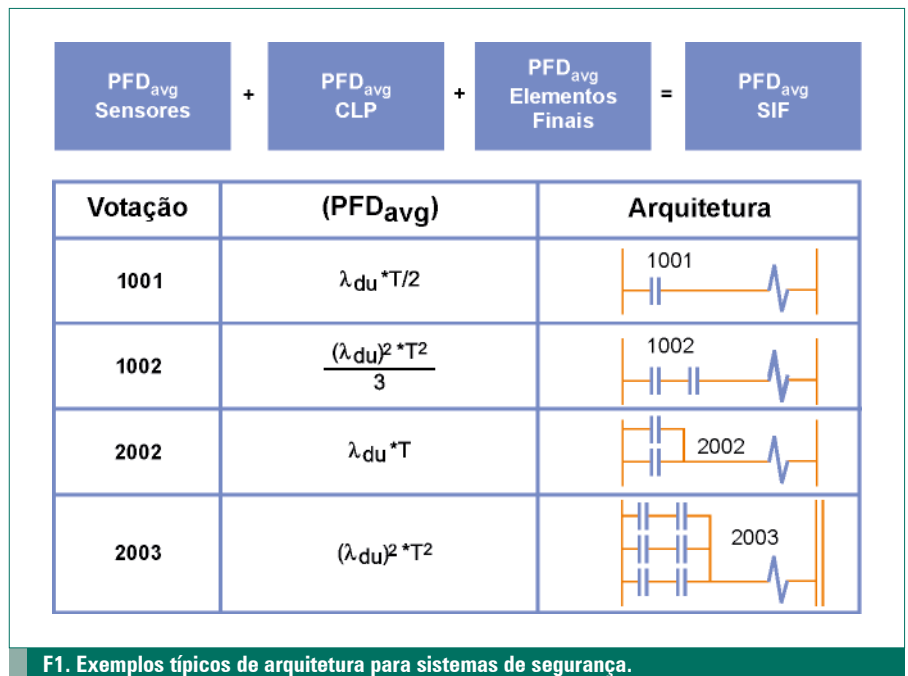
- **Part 1:** General requirements;
- **Part 2:** Requirements for E/E/PE safety-related systems;
- **Part 3:** Software requirements;
- **Part 4:** Definitions and abbreviations;
- **Part 5:** Examples of methods for the determination of safety integrity levels;
- **Part 6:** Guidelines on the application of IEC 61508-2 and IEC 61508-3;
- **Part 7:** Overview of techniques and measures.

Este padrão trata sistematicamente todas as atividades do ciclo de vida de um SIS (Sistema Instrumentado de Segurança) e é voltado para a performance exigida do sistema, isto é, uma vez atingido o nível de SIL (nível de integridade de segurança) desejável, o nível de redundância e o intervalo de teste ficam a critério de quem especificou o sistema.

A IEC 61508 busca potencializar as melhorias dos PES (*Programmable Electronic Safety*, onde estão incluídos os CLPs, sistemas microprocessados, sistemas de controle distribuído, sensores e atuadores inteligentes, etc.) de forma a uniformizar os conceitos envolvidos.

Recentemente vários padrões sobre o desenvolvimento, projeto e manutenção de SIS foram elaborados, onde já citamos a IEC 61508 (indústrias em geral) e vale citar também a IEC 61511, voltada às indústrias de processamento contínuo, líquidos e gases.

Na prática se tem visto em muitas aplicações a especificação de equipamentos com certificação SIL para serem utilizados em sistemas de controle, e sem função de segurança. Acredita-se também que exista no mercado desinformação, levando a compra de equipamentos mais caros, desenvolvidos para funções de segurança onde na prática serão aplicados em funções de controle de processo, onde a certificação SIL não traz os benefícios esperados, dificultando inclusive a utilização e operação dos equipamentos.



F1. Exemplos típicos de arquitetura para sistemas de segurança.

Além disso, esta desinformação leva os usuários a acreditarem que têm um sistema de controle seguro certificado, mas na realidade eles possuem um controlador com funções de segurança certificado.

Com o crescimento do uso e aplicações com equipamentos e instrumentação digitais, é de extrema importância para os profissionais envolvidos em projetos ou no dia a dia da instrumentação, que se capacitem e adquiram o conhecimento de como determinar a performance exigida pelos sistemas de segurança, que tenham o domínio das ferramentas de cálculos e as taxas de riscos que se encontram dentro de limites aceitáveis.

Além disso, é necessário:

- Entender as falhas em modo comum, saber quais tipos de falhas seguras e não seguras são possíveis em um determinado sistema, como preveni-las e mais do que isto: quando, como, onde e qual grau de redundância é mais adequado para cada caso;
- Definir o nível de manutenção preventiva adequado para cada aplicação.

O mero uso de equipamentos modernos, sofisticados ou mesmo certificados, por si só não garante absolutamente nenhuma melhoria de confiabilidade e segurança de operação, quando comparado com tecnologias tradicionais, exceto quando o sistema é implantado com critérios e conhecimento das vantagens e das limitações inerentes a

cada tipo de tecnologia disponível. Além disso, deve-se ter em mente toda a questão do ciclo de vida de um SIS.

Comumente vemos acidentes relacionados a dispositivos de segurança *bypassados* pela operação, ou durante uma manutenção. Certamente é muito difícil evitar na fase de projeto que um dispositivo destes venha a ser *bypassado* no futuro, mas através de um projeto criterioso e que atenda melhor às necessidades operacionais do usuário do sistema de segurança, é possível eliminar ou reduzir consideravelmente o número de *bypasses* não autorizados.

Através do uso e aplicação de técnicas com circuitos de lógicas fixas ou programáveis, tolerantes à falha e/ou de falha segura, microcomputadores e conceitos de software, hoje já se pode projetar sistemas eficientes e seguros com custos adequados a esta função.

O grau de complexidade de SIS depende muito do processo considerado. Aquecedores, reatores, colunas de craqueamento, caldeiras, fornos são exemplos típicos de equipamentos que exigem sistemas de intertravamento de segurança cuidadosamente projetados e implementados.

O funcionamento adequado de um SIS requer condições de desempenho e diagnósticos superiores aos sistemas convencionais. A operação segura em um SIS é composta de sensores, programadores lógicos, processadores e elementos finais projetados com a finalidade de provocar a parada sempre que

houver limites seguros sendo ultrapassados (por exemplo, variáveis de processos como pressão e temperatura acima dos limites de alarme muito alto), ou mesmo impedir o funcionamento em condições não favoráveis às condições seguras de operação.

Exemplos típicos de sistemas de segurança:

- Sistema de *Shutdown* de Emergência (ESD);
- Sistema de *Shutdown* de Segurança (SSD);
- Sistema de intertravamento de Segurança;
- Sistema de Fogo e Gás.

Veremos a seguir, em uma série de artigos, mais detalhes práticos envolvendo cálculos probabilísticos, conceitos de confiabilidade, falhas e segurança, SIS, etc.

Vimos no artigo anterior, na terceira parte, alguns detalhes sobre modelos de análises de árvores de falhas (*Fault Trees*), modelo de Markov e alguns cálculos.

Na quarta parte veremos um pouco sobre o Processo de Verificação de SIF.

### Processo de Verificação de SIF (Função Instrumentada de Segurança)

Um Sistema Instrumentado de Segurança (SIS) é uma das camadas críticas para a prevenção de acidentes. Um SIS realiza várias SIFs (Função Instrumentada de Segurança) e é tipicamente composto por sensores, analisadores lógicos e elementos finais de controle. Probabilidades de falha na demanda aceitáveis (chamadas de SIL - *Safety Integrity Level*) para cada SIF precisam ser determinadas para o projeto e posterior verificação.

A análise de segurança é feita em cima dos níveis de riscos das SIFs.

Um transmissor de Pressão e um Posicionador fazem parte da SIF, por exemplo.

Existem diversos métodos para se identificar os SILs necessários para as SIFs. Um deles é a análise de camadas de proteção “Layer of Protection Analysis”, LOPA, uma técnica de análise de riscos que é aplicada em seguida ao uso de uma técnica qualitativa de identificação de perigos como, por exemplo, a HAZOP (Estudo de Perigos e Operabilidade). Derivada de uma ferramenta de análise quantitativa de riscos, a análise de frequência por árvores de eventos e a LOPA podem ser descritas como técnicas semiquantitativas, porque geram uma estimativa do risco.

Os sistemas de controle são projetados para manter o processo dentro dos parâmetros específicos considerados aceitáveis para a operação normal e segura da planta. Quando o processo excede o limite normal do funcionamento, pode apresentar risco potencial à vida humana, ao meio ambiente e aos ativos. Na fase de avaliação, os riscos são identificados juntamente com suas consequências e são definidos os meios para impedir sua ocorrência.

O risco identificado terá sua probabilidade reduzida tanto quanto o sistema prover de camadas preventivas. A redução do risco estabelece três critérios:

- O equipamento deve ser aprovado para as condições ambientais de onde será instalado;
- Os subsistemas devem possuir tolerância à falha necessária em virtude das falhas perigosas apresentadas pelo processo;
- A Probabilidade de Falha sob Demanda (PFD) da SIF deve ser adequada aos riscos aceitáveis pela empresa.

O usuário deve ter domínio das informações sobre os equipamentos, de modo que seja possível realizar uma boa análise de desempenho da SIF. As técnicas construtivas com visão de tolerância à falha dos componentes impedem que uma única falha cause a falha do dispositivo. Finalmente, o cálculo do desempenho determina se o SIS mantém as expectativas do projeto com relação ao nível de integridade desejado. A confiabilidade do SIS é definida por alguns parâmetros:

- Tempo médio entre falhas (MTBF);
- Arquitetura de votação;
- Cobertura dos diagnósticos (DC);
- Intervalo do teste (TI);
- Tempo médio de reparo (MTTR);
- Modo de falha comum.

Para cada SIF, as seguintes informações devem ser analisadas pelo menos:

- O perigo e suas consequências;
- A frequência do perigo;
- A definição do estado seguro do processo;
- A descrição da SIF;
- A descrição das medições do processo e seus pontos de *trip*;
- A relação entre entradas e saídas, incluindo lógicas, funções matemáticas, modos de operação, etc;
- O SIL requerido;

- O período dos testes de prova (*proof tests*);
- A máxima taxa de trip permitida;
- Máximo tempo de resposta para a SIF;
- Requisitos para ativação da SIF;
- Requisitos para *reset* da SIF;
- Resposta da SIF no caso de falha de diagnósticos;
- Requisitos de interface humana, isto é, o que deve ser mostrado em *displays*, supervisórios, etc;
- Requisitos de manutenção;
- Estimativa de MTTR após um trip;
- Condições ambientais esperadas nas diversas situações: operação normal e emergência.

### Seleção de Equipamentos

Deve-se estar atentos na escolha de equipamentos que atuaram em sistemas de segurança. Deve-se especificar equipamentos certificados de acordo com a IEC61508, ou que atendam aos critérios de “prior use” de acordo com a IEC61511.

O *Proven in Use* (PIU) é uma característica definida pela IEC61511(cláusula 11.4.4) onde: se um equipamento já foi usado com sucesso em aplicações de segurança e satisfaz algumas exigências (vide a seguir), então se pode reduzir o HTF (*Hardware Tolerance Fault*) e com isto utilizá-lo em aplicações seguras com custos bem menores:

- Deve-se considerar o sistema de qualidade do fornecedor;
- Versão de hardware e software do equipamento;
- A documentação de performance e aplicação em sistemas de segurança;
- O equipamento não pode ser programado e deve permitir configuração, por exemplo, da faixa de operação;
- O equipamento deve possuir o comando de *write protection*, ou Jumper;
- Neste caso, o SIF é SIL 3 ou menor.

A grande vantagem é que se pode padronizar equipamentos para uso em controle e equipamentos para segurança com um custo bem menor.

Através de análises de hardware, chamadas de FMEDA (*Failure Modes Effects and Diagnostics Analysis*) também se pode determinar as taxas de falhas e os modos dos instrumentos. Este tipo de análise é uma extensão do conhecido método FMEA, a Metodologia de Análise do Tipo e Efeito de Falha, conhecida em inglês como *Failure Mode*

Processamento com segurança e precisão, corte de tubos de qualquer formato, serviços simples e complexos, utilizados em diversos setores industriais.

TUBOS: ▶ quadrados ▶ redondos  
▶ retangulares e oval

**Corte a Laser de Tubos**

**Tecnologia de ponta para soluções em:**

- ▶ Corte a Laser Chapas e Tubos
- ▶ Corte a Jato d'água
- ▶ Serviço de Estamparia em Puncionadeira
- ▶ Perfis Especiais
- ▶ Montagem Solda Mig e Tig

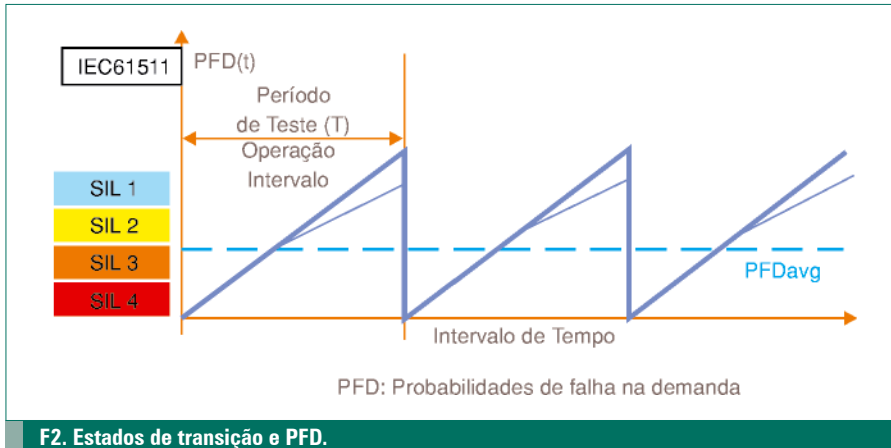


NOVA SEDE: Viela Urga, 770 - Guarulhos - SP

Tel: (11) 2489-2477

Fax: (11) 2480-3594

www.jomafer.com.br  
jomafer@jomafer.com.br



and Effect Analysis. Neste caso, a FMEDA identifica e calcula as taxas de falhas nas seguintes categorias: seguras detectáveis, seguras não detectáveis, perigosas detectáveis e perigosas não detectáveis. Essas taxas de falhas são usadas para calcular o fator de cobertura da segurança e o fator de risco.

Uma vez calculado o nível de integridade de segurança e seus requisitos deve-se então, escolher os equipamentos, os níveis de redundância e os testes de acordo com a demanda da SIF. Após isto, de posse das informações de cada equipamento e dispositivo calcula-se através de equações, análise de árvores, modelo de Markov e outras técnicas se os equipamentos escolhidos atenderam os requisitos de segurança.

### Como determinar a arquitetura?

A arquitetura de uma SIF é decidida pela tolerância a falha de seus componentes. Pode atingir um nível mais elevado de SIL usando-se redundância. A quantidade de equipamentos vai depender da confiabilidade de cada componente definida em seu FMEDA (*Failure Modes, Effects, and Diagnostic Analysis*).

As três arquiteturas mais comuns, são:

- Simplex ou votação 1oo1 (1 out of 1);
- Duplex ou votação 1oo2 ou 2oo2;
- Triplex ou votação 2oo3.

A **figura 1** mostra exemplos comuns de arquitetura para sistemas de segurança, onde várias técnicas são usadas de acordo com o sistema de votação e SIL desejável.

Para SIFs, a probabilidade da falha pode ser interpretada como a transição de um dispositivo do estado de funcionamento ao estado onde o mesmo deixa de exercer a função para qual foi especificado.

Quando o dispositivo é testado, o PFD (t) é reduzido ao valor inicial. Isto envolve duas suposições implícitas:

- Toda a falha do dispositivo é detectada pela inspeção e pelo teste de prova.
- O dispositivo é reparado e retornado ao serviço em condições de novo. O efeito do teste de prova é ilustrado pela forma do dente da serra mostrada na **figura 2**.

Como resultado, temos que o intervalo de teste é fator imperativo para determinação da classificação SIL alcançada.

### Estabelecendo Intervalo de Testes Funcionais

O período de tempo é um parâmetro que afeta a o PFD significativamente e, portanto o SIL.

É comum aumentar a frequência de testes e com isto diminuem-se as probabilidades de falhas (ex: testes em válvulas, partial strokes).

Suponha que uma SIF atenda SIL 2, mas o intervalo de testes é longo, com isto pode atender SIL 1.

Da mesma forma, se tiver 2 equipamentos SIL 2 em votação e o intervalo for pequeno, pode atender SIL 3.

### Conclusão

Em termos práticos, o que se busca é a redução de falhas e consequentemente a redução de paradas e riscos operacionais. Busca-se o aumento da disponibilidade operacional e também em termos de processos, a minimização da variabilidade com consequência direta no aumento da lucratividade.

Nos próximos artigos desta série veremos mais detalhes sobre SIS. Na quinta parte trataremos um pouco sobre Soluções Típicas de SIF.

MA

# Realização de Auto-Tuning em Controladores de Processos

À sintonia de malhas de controle constitui uma etapa importante na operação adequada de processos industriais. Muitas vezes não se tem conhecimento do modelo do processo controlado, o que pode dificultar a aplicação de alguns métodos sistemáticos em etapas de sintonia de malhas de controle. Este artigo fornece os procedimentos necessários para o desenvolvimento de um algoritmo de *auto-tuning* em controladores de processos. Para ilustrar os procedimentos relacionados, serão empregados dados reais referentes a uma planta em escala reduzida de um sistema de nível. Plantas dessa natureza são usuais em vários processos industriais e laboratórios de instituições de ensino.

Rodolfo Sulmonetti Cavalcante  
Carlos Alberto Murari Pinheiro  
Bruno Carlos da Silva  
Celso Henrique Ribeiro

Controladores com ação PID (proporcional, integral e derivativa) são muito utilizados em aplicações industriais. Na utilização de um controlador é necessário estabelecer os parâmetros (ou ganhos) do mesmo, de modo a estabelecer determinadas características desejadas de resposta do sistema controlado, tais como máxima sobre-elevação, tempo de acomodação e uma eficiente rejeição a perturbações.

Estudos têm demonstrado que muitas malhas de regulação existentes em processos industriais não cumprem suas funções com a eficiência desejada devido às sintonias (*tuning*) mal realizadas<sup>[1]</sup>. Visando a realização de técnicas automáticas de sintonia, métodos de auto-tuning são empregados para obter uma melhor operação em controladores de processos.

Uma das técnicas de auto-tuning comumente utilizada é conhecida como “método do relé”. Uma das características desse método, como será mostrado posteriormente, é que não é necessário que o usuário tenha conhecimento do modelo que rege o sistema a ser controlado.

## saiba mais

Identificação de Sistemas e Sintonia de Malhas de Controle  
**Mecatrônica Atual 52**

<sup>[1]</sup> Marco Gonçalo de Souza Neves – **Auto-Tuning de Controladores PID pelo método Relay**, Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa, 2009.

<sup>[2]</sup> Katsuhiko Ogata - **Engenharia de Controle Moderno**, Edição 4, Editora Prentice – Hall, página 557, 2003.

<sup>[3]</sup> Karl Johan Aström e Björn Wittenmark – **Adaptive Control**, Lund Institute of Technology, páginas 328- 342, 1989.

<sup>[4]</sup> António Paulo G. M. Moreira e J. L. Martins de Carvalho – **Identificação de parâmetros em malha fechada em sistemas controlados por relé com histerese**, Instituto de Sistemas e Robótica - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

## Controlador PID

O controlador PID é de longe a função de controle mais usual em aplicações industriais de malhas de controle [2]. Equações típicas de funções PID são mostradas abaixo.

$$(1) \quad u(t) = K_p \cdot e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_d \cdot \left( \frac{de(t)}{dt} \right)$$

$$(2) \quad u(s) = e(s) \cdot K_p \cdot \left( 1 + \frac{1}{sT_i} + sT_d \right)$$

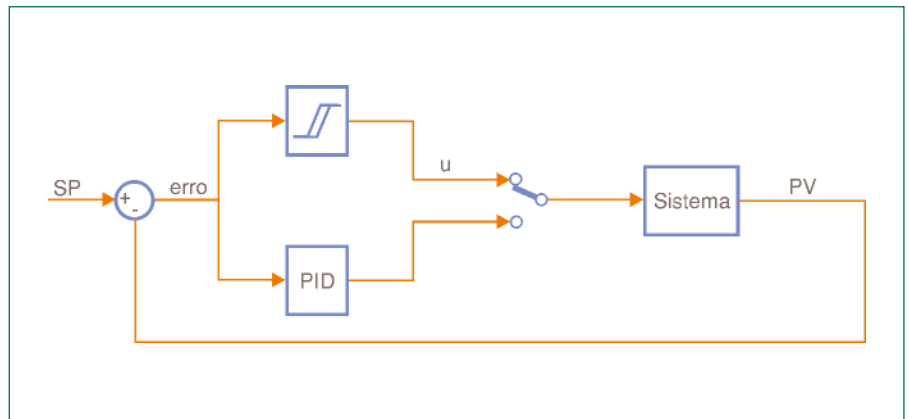
Onde “u” é a variável de comando e “e” é o erro da malha de controle. Os parâmetros do controlador são o ganho proporcional  $K_p$ , o tempo integral  $T_i$  e o tempo derivativo  $T_d$ .

Em geral, quanto maior o ganho proporcional, menor será o erro estacionário em regime permanente de uma malha de controle. Entretanto, existem limitações do ganho proporcional para evitar instabilidade na malha resultante.

Uma ação integral tende a zerar o erro estacionário em regime permanente. O tempo integral é um parâmetro que deve ser adequadamente estabelecido para minimizar o erro da malha de controle, mas evitando atrasos de correção muito grandes na ação de integração do controlador. O termo integral é interpretado como uma somatória do erro, cujo parâmetro ( $T_i$ ) indica quanto tempo a variável de comando (u) leva para atingir o mesmo valor da informação do erro da malha.

A componente derivativa promove uma atuação de comando que depende da taxa de variação do erro. Esta ação tende a tornar a correção da malha de controle, relacionada com a variável de comando correspondente, mais rápida em razão de variações do erro da malha.

Em muitos processos onde a dinâmica é essencialmente de primeira ordem, geralmente empregam-se controladores do tipo PI, ou em sistemas onde a parte derivativa pode ocasionar efeitos indesejáveis, como em sistemas de nível devido a eventuais problemas de cavitação, por exemplo. Existem diversas técnicas que permitem encontrar valores que caracterizam os parâmetros de um controlador, tais como: métodos analíticos; gráficos por resposta em frequência ou lugar das raízes; técnicas empíricas como as de Ziegler-Nichols; método de Haalman; método de Aström; etc.



F1. Diagrama de blocos de um Auto-Tuning.

## Método do Relé

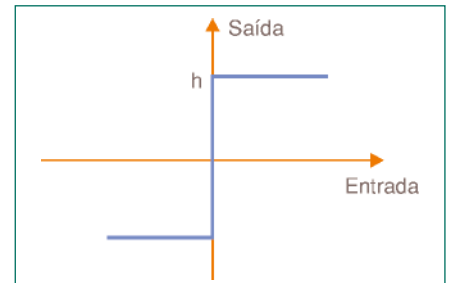
O método do relé é apresentado como alternativa na identificação do modelo de sistemas, como é o caso de controladores com técnicas de Self-Tuning. Este método não realiza a identificação dos parâmetros do processo a ser controlado, mas fornece informações que são utilizadas em procedimentos de sintonia. Apresenta a característica de manter uma oscilação controlada (a magnitude da oscilação pode ser definida) na etapa de sintonia. O sucesso deste método deve-se à simplicidade dos procedimentos utilizados, e também à sua aplicabilidade em processos lentos ou de características não lineares.

O método do relé é utilizado em malha fechada, ao contrário dos métodos que se baseiam na resposta do sistema a uma entrada degrau, por exemplo.

A figura 1 ilustra o diagrama de blocos de uma malha de controle com técnica de auto-tuning. Quando o procedimento de sintonia é desejado, a chave de seleção no diagrama é colocada na posição superior. Uma função de comparação com histerese (relé) é ativada e o controlador PID é temporariamente desconectado. Assim que um ciclo limite estável é alcançado, os parâmetros do PID são calculados, então o controlador PID volta ser conectado ao processo e a função relé é desligada.

Assume-se que  $u(t)$  seja o sinal de saída da função relé e sua característica básica está ilustrada na figura 2.

Tendo que SP denota a referência de entrada (*set point*) da malha de controle, e PV a variável controlada (*process variable*) do sistema em questão, a saída de atuação terá um valor definido em um valor “-h” para situações em que o erro no processo



F2. Função relé (comparador) ideal.

é negativo ( $SP < PV$ ), e um valor “+h” em situações em que o erro é positivo ( $SP > PV$ ).

As figuras 3 e 4 ilustram respostas típicas de uma malha com auto-tuning durante a etapa de sintonia. Como a variável de comando “u”, ou “MV (*manipulate variable*)”, está limitada em uma determinada faixa de operação ( $\pm h$ ), a grandeza controlada do processo (PV) fica restrita em uma faixa de variação compatível com a operação da planta sob controle.

Na figura 4, “a” é a amplitude da informação de PV que seta em oscilação controlada no intervalo de sintonia da malha de controle. “ $P_u$ ” é o período da oscilação controlada da resposta do sistema.

Na prática, a transição abrupta que uma função relé (ou de comparação) ideal proporciona entre os flancos, torna-o bastante sensível a eventuais ruídos (frequentes em processos industriais). Este problema pode ser solucionado com a introdução de uma zona de histerese na função relé, como ilustrado na figura 5.

A janela de histerese ( $\epsilon$ ) corresponde à zona de oscilação controlada. A mudança de flanco do relé apenas se realiza quando a variável de processo (PV), se afastar  $\epsilon$  do *setpoint* (SP), isto é,  $SP - \epsilon$  e  $SP + \epsilon$ . O valor de  $\epsilon$  definido delimitará a oscilação de PV.

O relé define que a variável manipulada varie entre dois patamares  $Bias - \Delta$  e  $Bias + \Delta$ , onde o parâmetro  $Bias$  representa o ponto central de atuação. O valor  $\Delta$  representa uma variação em relação a  $Bias$  que seja capaz de gerar a oscilação a partir das transições de flanco. Os patamares em questão corres-

pondem às limitações ( $\pm h$ ) da figura 3. E a resposta da variável do processo terá forma similar à ilustrada na figura 4.

A partir de algumas informações do procedimento descrito, é possível calcular um parâmetro conhecido como ganho crítico ( $K_u$ ) definido pela equação 3 e outro parâ-

metro conhecido como tempo crítico ( $T_u$ ).

$$(3) \quad Ku = \frac{4 \cdot \Delta}{\pi \sqrt{a^2 - \varepsilon^2}}$$

Fisicamente, o ganho crítico equivale a um ganho puramente proporcional ( $K_p$ ) do controlador da malha de controle em questão, que leva a mesma ao limite de estabilidade, fazendo a malha oscilar em um ciclo limite controlado<sup>[3]</sup> de modo similar ao ilustrado na figura 4.

O período crítico é adotado como o próprio período de oscilação do sistema ( $P_u$ ).

O procedimento de sintonia é finalizado com o cálculo dos parâmetros do controlador desejado, utilizando métodos como o de Ziegler-Nichols (tabela 1), ou por outros métodos desenvolvidos neste contexto.

Algumas vantagens do método do relé.

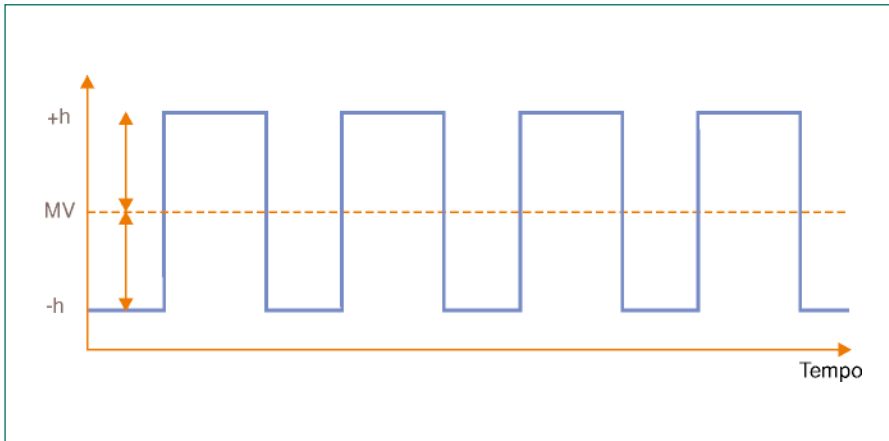
- Requer pouco processamento matemático;
- Identifica as características necessárias para uma sintonia básica;
- Adequa-se a diferentes processos industriais;
- Não requer conhecimento do modelo matemático do sistema;
- O processo não opera durante a sintonia em faixas de operação diferentes das nominais, pois existem limitações na variável de comando;
- Baixa sensibilidade a perturbações externas, por se operar em malha fechada;
- Para processos com uma constante de tempo muito elevada, é mais eficiente em termos de métodos convencionais de resposta ao degrau;
- Evita o procedimento de tentativa e erro na determinação do ganho crítico.

A desvantagem do método do relé:

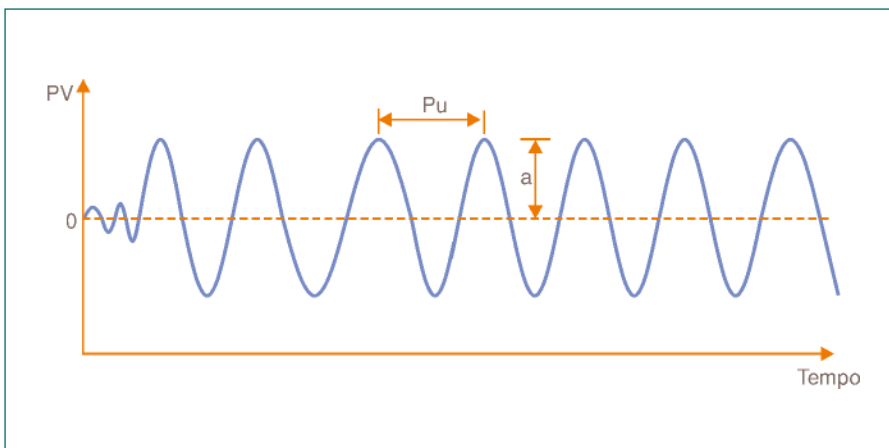
A sintonia pode não ser efetiva em sistemas com muito ruído na variável do processo, mas pode ser utilizado um filtro para viabilizar o método.

### Exemplo de Aplicação

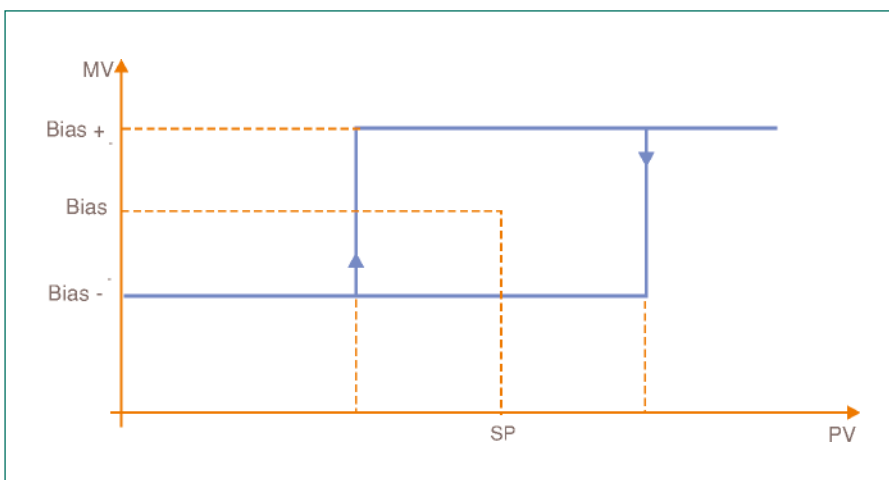
Com a finalidade de aplicar o método de auto-tuning, foi utilizada uma planta de nível em escala reduzida como exemplo de aplicação. Foi utilizado um equipamento de fabricação da Datapool Eletrônica Ltda., denominado Módulo 2101. Este equipamento possibilita o controle de diferentes malhas (temperatura, nível, vazão e pressão independentemente, ou em combinações ou



F3. Sinal de comando.



F4. Resposta do sistema.



F5. Diagrama da função relé com histerese.



cascatas), mas no presente artigo apenas a malha de nível será de interesse. A foto da **figura 6** mostra uma visão do módulo em questão. Ele é composto por dois reservatórios dispostos em níveis diferentes, instrumentos para medição de temperatura, nível, vazão e pressão e atuadores como motobomba e resistência elétrica de aquecimento.



F6. Foto do Módulo 2101.

O processo de nível no reservatório superior possui um sensor ultrassônico, a partir do qual se pode medir a altura da coluna de líquido da planta. Uma motobomba, acionada por um inversor de frequência bombeia um fluido (água) do reservatório inferior para o superior. Um registro permite o escoamento do fluido do tanque superior para o inferior. Um CLP (Controlador Lógico Programável) comanda todas as operações do sistema.

Controlador	$K_p$	$T_i$	$T_d$
P	$0.5K_u$	-	-
PI	$0.4K_u$	$0.8T_u$	-
PID	$0.6K_u$	$0.5T_u$	$0.12T_u$

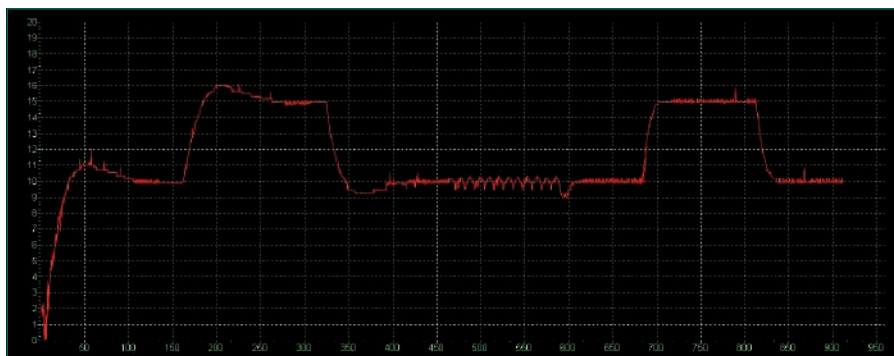
**T1. Parâmetros de controladores obtidos pelo método de Ziegler-Nichols.**

$K_p$	6.101
$T_i$	9.222
$T_d$	0.000

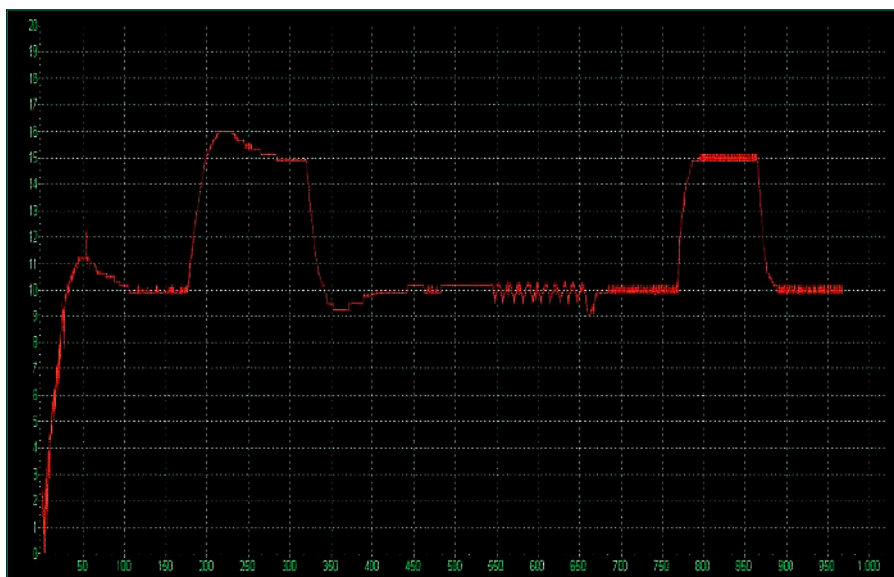
**T2. Parâmetros obtidos no primeiro ensaio.**

$K_p$	6.935
$T_i$	9.111
$T_d$	0.000

**T3. Parâmetros obtidos no segundo ensaio.**



F7. Respostas a diferentes setpoints (1º ensaio).



F8. Respostas a diferentes setpoints (2º ensaio).

## Procedimento Experimental

Primeiramente, uma explicação mais detalhada de como funciona a malha de nível na planta-piloto. As leituras de nível realizadas no tanque superior são feitas pelo sensor ultrassônico, cujo valor é lido pelo CLP e é visualizado na IHM (Interface Homem Máquina) do CLP. O usuário pode entrar com o valor de *setpoint* desejado para o nível a ser controlado. O controlador processa o erro resultante entre o valor desejado e o valor lido do processo. O software do CPL executa a função de controle PID, utilizando os parâmetros que são armazenados em posições de memória do controlador. A variável de comando resultante aciona o inversor de frequência que movimentava a motobomba que bombeia o fluido do processo.

Foi desenvolvido um programa aplicativo no CLP para realizar o procedimento do método de auto-tuning mostrado neste trabalho. Um filtro de média móvel foi programado objetivando tratar o sinal recebido pelo transdutor de nível do processo com a finalidade de minimizar eventuais interferências que possam ser acopladas no cabo do sensor.

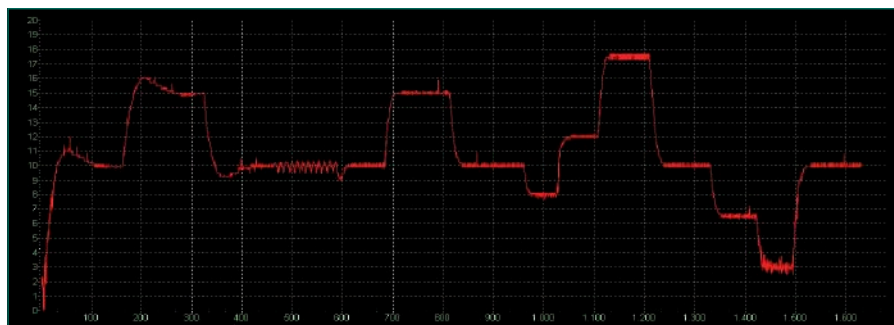
Os procedimentos adotados para realizar o procedimento de auto-sintonia foram:

- determinou-se uma variação permitida ( $\epsilon$ ) da variável de processo de 3%;
- o valor do ponto em torno do qual se realizará a excitação foi mantido igual ao valor em que a leitura estava antes da etapa de auto-sintonia;
- o valor de *Bias* foi mantido igual ao valor em que estava antes de ser iniciado o procedimento de auto-tuning;
- o valor da variação de atuação ( $\Delta$ ) foi adotado como 30% do valor de *Bias* no inversor de frequência.

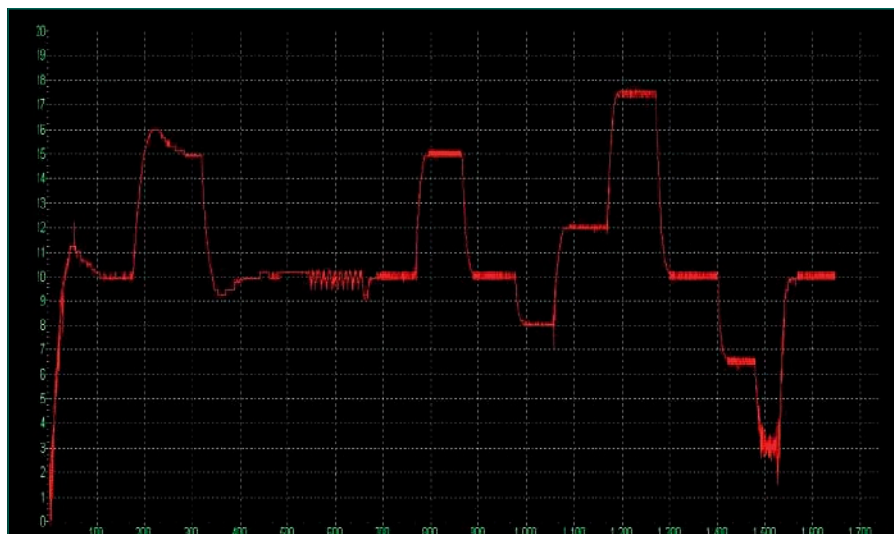
Os valores de variação permitidos ( $\epsilon$  e  $\Delta$ ) foram escolhidos a partir de consulta [1] e ensaios de simulação realizados anteriormente.

Há uma chave seletora na frente do painel de controle do módulo que foi programada para comandar a ativação do algoritmo de auto-tuning no CLP. Quando a chave estiver na posição “0”, o sistema funciona com os parâmetros *default* no controlador no PID configurado inicialmente no CLP. Ao mover-se a chave para a posição “1” o algoritmo de auto-tuning é realizado.

Com o início do auto-tuning, o valor da frequência no inversor da motobomba irá para o limite superior quando o erro for positivo; e para o limite inferior quando o



F9. Respostas a diferentes setpoints (1º ensaio).



F10. Respostas a diferentes setpoints (2º ensaio).

realizados. Nas tabelas 2 e 3 encontram-se os parâmetros calculados pelo algoritmo no contexto dos dois ensaios.

Como pode ser visto nas tabelas 2 e 3, os valores obtidos nos dois ensaios foram bastante semelhantes nas mesmas condições de operação do sistema.

Nas figuras 7 e 8 podem ser observados as sobre-elevações e o tempo de acomodação do sistema com valores *default* dos parâmetros e os obtidos pelo método de auto-tuning: a sobre-elevação das respostas é quase nula e o tempo de acomodação foi bastante reduzido.

Novas variações de *setpoint* foram realizadas nos ensaios para checar se os controladores obtidos realmente funcionavam bem para todas as faixas de operação do sistema. As respostas obtidas estão nas figuras 9 e 10. Os resultados indicam que o método de sintonia trabalha igualmente bem para toda a faixa de nível operacional da planta. Os gráficos mostrados nas figuras resultantes dos ensaios foram obtidos por meio de um software de supervisão que recebe os dados do CLP e traça os mesmos na tela de um computador.

## Conclusão

Os métodos de auto-tuning podem ser utilizados como sintonizadores automáticos de controladores PID ou como “pre-tuners” para algoritmos mais sofisticados de controle adaptativo. Alguns deles já vêm de fábrica com técnicas de auto-tuning programadas.

A intenção deste trabalho era demonstrar como uma técnica de auto-tuning pode ser elaborada e usada para melhorar a eficiência de um sistema de controle. Com os dados resultantes dos ensaios, percebe-se que esse objetivo foi alcançado. O algoritmo auto-tuning poderia ser facilmente adaptado para outros sistemas que não o de nível, como também os sistemas de vazão, pressão e temperatura presentes no Módulo utilizado, ou em qualquer outro processo-padrão.

Algumas modificações ainda podem ser feitas no atual algoritmo para introduzir melhorias nos resultados. Como futuro trabalho sugere-se a elaboração nesse mesmo algoritmo de técnicas de identificação de modelos matemáticos de sistemas dinâmicos. Isso pode ser obtido via oscilação causada pelo método do relé, como descrito na referência [4]. Com a identificação do modelo, poderiam ser utilizadas outras técnicas de sintonia de controladores, como por exemplo, o IMC, e outras com métodos adaptativos. **MA**

erro for negativo. Isso irá gerar a oscilação na resposta do sistema. A partir do momento em que o método é iniciado, o programa desenvolvido mede os tempos de cada ciclo da resposta da informação de nível, e as amplitudes correspondentes no semiciclo positivo e também no negativo.

Para se ter a garantia de que os valores medidos nesta etapa sejam os mais próximos dos reais, é realizada uma média aritmética entre os três últimos valores da amplitude da resposta. Procedimento semelhante foi adotado para a medição do período de oscilação da variável controlada. Quando se atinge uma oscilação considerada simétrica (diferença entre os três últimos ciclos inferior a 10%), o algoritmo determina os valores de  $K_u$  e  $T_u$ .

Em seguida, recorrendo a tabela 1, são calculados os parâmetros para um controlador PI que será utilizado no controle de nível do sistema. Assim que os ganhos  $K_p$  e  $T_i$  são obtidos, o programa sai do modo de oscilação e passa a executar o algoritmo PID do CLP com os parâmetros calculados pelo método de autossintonia.

## Resultados

Foram realizados dois ensaios de auto-tuning com o programa desenvolvido. O intuito era confirmar a funcionalidade do algoritmo e checar se os resultados se assemelhavam quando nas mesmas condições de trabalho. Os ensaios foram conduzidos da seguinte forma:

- O Módulo foi ligado e o valor de 10 [cm] de coluna de líquido foi dado como entrada de *setpoint* com valores *default* [ $K_p = 0.015$ ;  $T_i = 25.600$ ;  $T_d = 0.000$ ] dos parâmetros do PID do CLP.
- Depois de um tempo se alterou o *setpoint* para 15[cm];
- Novamente, depois de um tempo o valor do *setpoint* retornou para 10 [cm];
- Foi ativado o algoritmo auto-tuning desenvolvido para o CLP do sistema.
- Com o auto-tuning finalizado, as mesmas variações de *setpoint* anteriores foram realizadas no novo controlador.

Nas figuras 7 e 8 pode-se observar como o sistema se comportou antes e depois do auto-tuning ser ativado nos dois ensaios

# LD400 HART

## Transmissor de Pressão para aplicações que exigem SIL

A busca pela redução de falhas e conseqüentemente a redução de paradas e riscos operacionais é um grande desafio em automação. A Tecnologia SIS e seus produtos permitem operações seguras. Veremos neste artigo um transmissor de pressão com tecnologia SIS, o LD400

César Cassiolato  
Diretor de Marketing, Qualidade  
e Engenharia de Projetos e Serviços -  
Smar Equipamentos Industriais



Os Sistemas Instrumentados de Segurança (SIS) são utilizados para monitorar a condição de valores e parâmetros de uma planta dentro dos limites operacionais e, quando houver condições de riscos, devem gerar alarmes e colocar a planta em uma condição segura ou mesmo na condição de *shutdown*.

As condições de segurança devem ser sempre seguidas e adotadas em plantas e as melhores práticas operacionais e de instalação são deveres dos empregadores e empregados. Vale lembrar ainda que o primeiro conceito em relação à legislação de segurança é garantir que todos os sistemas sejam instalados e operados de forma segura, e o segundo é que instrumentos e alarmes envolvidos com segurança sejam operados com confiabilidade e eficiência.

Os Sistemas Instrumentados de Segurança (SIS) são os sistemas responsáveis pela segurança operacional e que garantem a parada de emergência dentro dos limites considerados seguros, sempre que a operação ultrapassar estes limites. O objetivo principal é se evitar acidentes dentro e fora das fábricas, como incêndios, explosões, danos aos equipamentos, proteção da produção e da propriedade e mais do que isto, evitar riscos

de vidas ou danos à saúde pessoal e impactos catastróficos para a comunidade. Deve-se ter de forma clara que nenhum sistema é totalmente imune a falhas e sempre deve proporcionar mesmo em caso de falha, uma condição segura.

Durante muitos anos os sistemas de segurança foram projetados de acordo com os padrões alemães (DIN V VDE 0801 e DIN V 19250) que foram bem aceitos durante anos pela comunidade mundial de segurança e que culminaram com os esforços para um padrão mundial, a IEC 61508, que serve hoje de guarda-chuva em seguranças operacionais envolvendo sistemas elétricos, eletrônicos, dispositivos programáveis para qualquer tipo de indústria. Este padrão cobre todos os sistemas de segurança que têm natureza eletromecânica e busca potencializar as melhorias dos PES (*Programmable Electronic Safety*, onde estão incluídos os CLPs, sistemas microprocessados, sistemas de controle distribuído, sensores e atuadores inteligentes, etc.) de forma a uniformizar os conceitos envolvidos.

Recentemente vários padrões sobre o desenvolvimento, projeto e manutenção de SIS foram elaborados, onde já citamos

### saiba mais

Série de Artigos: SIS - Sistemas Instrumentados de Segurança  
**Mecatrônica Atual 51 a 55**

**IEC 61508** – Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems.

**IEC 61511-1, clause 11**  
– Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector - Part 1: Framework, definitions, system, hardware and software requirements, 2003-01 | **Manuais:**  
Manual LD400-SIS

Artigos técnicos – César Cassiolato  
[www.smar.com/brasil2/artigostecnicos/](http://www.smar.com/brasil2/artigostecnicos/)

Site do fabricante:  
[www.smar.com.br](http://www.smar.com.br)

a IEC 61508 (indústrias em geral) e vale citar também a IEC 61511, voltada as indústrias de processamento contínuo, líquidos e gases.

Na prática se tem visto em muitas aplicações a especificação de equipamentos com certificação SIL para serem utilizados em sistemas de controle, e sem função de segurança. Acredita-se também que exista no mercado desinformação, levando a compra de equipamentos mais caros, desenvolvidos para funções de segurança onde na prática serão aplicados em funções de controle de processo, onde a certificação SIL não traz os benefícios esperados, dificultando inclusive a utilização e operação dos equipamentos.

Além disso, esta desinformação leva os usuários a acreditarem que têm um sistema de controle seguro certificado, mas na realidade eles possuem um controlador com funções de segurança certificado.

Com o crescimento do uso e aplicações com equipamentos e instrumentação digitais, é de extrema importância aos profissionais envolvidos em projetos ou no dia a dia da instrumentação que se capacitem e adquiram o conhecimento de como determinar a performance exigida pelos sistemas de segurança, que tenham o domínio das ferramentas de cálculos e as taxas de riscos que se encontram dentro de limites aceitáveis.

Além disso, é necessário:

- Entender as falhas em modo comum, saber quais os tipos de falhas seguras e não seguras são possíveis em um determinado sistema, como preveni-las e mais do que isto; quando, como, onde e qual grau de redundância é mais adequado para cada caso;
- Definir o nível de manutenção preventiva adequado para cada aplicação.

O mero uso de equipamentos modernos, sofisticados ou mesmo certificados, por si só não garante absolutamente nenhuma melhoria de confiabilidade e segurança de operação, quando comparado com tecnologias tradicionais, exceto quando o sistema é implantado com critérios e conhecimento das vantagens e das limitações inerentes a cada tipo de tecnologia disponível. Ademais, deve-se ter em mente toda a questão do ciclo de vida de um SIS.

Comumente vemos acidentes relacionados a dispositivos de segurança *bypassados* pela operação ou durante uma manutenção. Certamente é muito difícil evitar na fase de

projeto que um dispositivo destes venha a ser *bypassado* no futuro, mas através de um projeto criterioso e que atenda melhor às necessidades operacionais do usuário do sistema de segurança, é possível eliminar ou reduzir consideravelmente o número de *bypasses* não autorizados.

Através do uso e aplicação de técnicas com circuitos de lógica fixas ou programáveis, tolerantes à falha e/ou de falha segura, microcomputadores e conceitos de software, hoje já se pode projetar sistemas eficientes e seguros com custos adequados a esta função.

O grau de complexidade de SIS depende muito do processo considerado. Aquecedores, reatores, colunas de craqueamento, caldeiras, fornos são exemplos típicos de equipamentos que exigem sistemas de intertravamento de segurança cuidadosamente projetados e implementados.

O funcionamento adequado de um SIS requer condições de desempenho e diagnósticos superiores aos sistemas convencionais. A operação segura em um SIS é composta de sensores, programadores lógicos, processadores e elementos finais projetados com a finalidade de provocar a parada sempre que houver limites seguros sendo ultrapassados (por exemplo, variáveis de processos como pressão e temperatura acima dos limites de alarme muito alto) ou mesmo impedir o funcionamento em condições não favoráveis às condições seguras de operação.

Para mais informações sobre exemplos de SIS, produtos certificados pela IEC 61508 e suas orientações, consulte a série de artigos SIS - Sistemas Instrumentados de Segurança na **página 34**.

Veremos a seguir mais detalhes envolvendo conceitos de confiabilidade, falhas e segurança, assim como o LD400-SIS, um transmissor de pressão certificado pela TÜV para aplicações de segurança.

## LD400 HART SIS

O **LD400 HART - SIS** é um Transmissor Inteligente de Pressão usado na medição de pressão diferencial, absoluta, manométrica e em aplicações com nível e vazão. O sinal de saída 4 a 20 mA do LD400-SIS corresponde à pressão aplicada. Estas informações são transmitidas a um CLP e podem ser mostradas no display LCD, ou monitoradas remotamente via comunicação HART. O LD400-SIS é certificado pela TÜV para aplicações de segurança. Veja a **figura 1**.

O LD400-SIS fornece diagnóstico em diversos níveis, permitindo manutenção rápida e segura:

- Nível Sensor;
- Nível Eletrônico;
- Nível de Integridade de Malha (*Loop Integrity Level*).

O **LD400** realiza o diagnóstico avançado desde o momento em que o transmissor é energizado. Para que o dispositivo trabalhe adequadamente, é verificada a integridade de vários dados importantes, como: dados de caracterização, dados inseridos pelo cliente, dados de calibração e memória RAM. Observe a **figura 2**.

Durante a operação, a validação da pressão medida é verificada continuamente. Usando algoritmos avançados, o transmissor pode identificar a ocorrência de uma falha e se esta acontece devido a um defeito de hardware ou condição de sobrecarga do processo. O usuário pode configurar a condição de falha de acordo com as especificações NAMUR NE43. Quando o resultado da falha pode causar uma saída incorreta, o transmissor muda imediatamente a corrente de saída, permitindo que o usuário identifique e corrija o problema.

Além de todos esses diagnósticos citados anteriormente, ainda possui alguns diagnósticos extras para alcançar o nível de segurança desejado. São eles:

- Monitoramento da Corrente de Saída (4-20 mA);
- Verificação da Integridade das Memórias e da CPU;
- Monitoramento do Cristal;
- Monitoramento da Sequência de Execução do Firmware.

## Função de Segurança

O transmissor **LD400 SIS** mede a pressão dentro da exatidão segura e converte a saída analógica 4 a 20 mA selecionando umas das funções de transferência disponíveis, e trata a corrente de saída de acordo com as especificações da NAMUR NE-43. Em caso de falha no sensor ou no circuito, é implementado um autodiagnóstico (software ou hardware) e a corrente é levada para um valor menor que 3,6 e maior que 21 mA, que são os estados de segurança definidos para cada equipamento.

A fim de avaliar o comportamento da falha no LD400-SIS, as definições mostradas na **tabela 1** foram consideradas.

A seguir, acompanhe a **figura 3**.

## Propriedades de Segurança Funcional

A tabela 2 mostra os Valores de Segurança Funcional obtidos para o LD400-SIS.

O LD400-SIS disponibiliza várias informações de diagnósticos através do HART, permitindo baixos valores de PFDs (Probabilidade de Falha sob Demanda) e altos SFFs (Fração de Falha Segura). Imagine que o LD400-SIS tenha uma falha e não consiga medir a pressão dentro de suas especificações e nesta situação o *loop* de corrente pode ser comprometido. O LD400-SIS possui diagnósticos avançados e informará através do HART o que está acontecendo e o processo pode ser colocado em um estado seguro. Desta forma a falha se torna segura, caracterizando o alto valor de SFF. Assim sendo, usando o HART melhora-se a SFF em medidas envolvendo segurança e proteção.

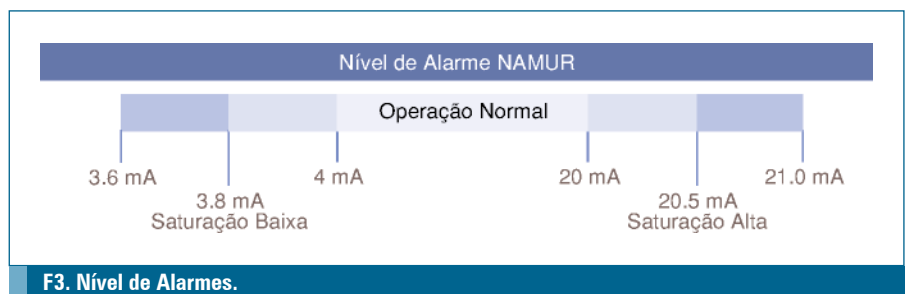
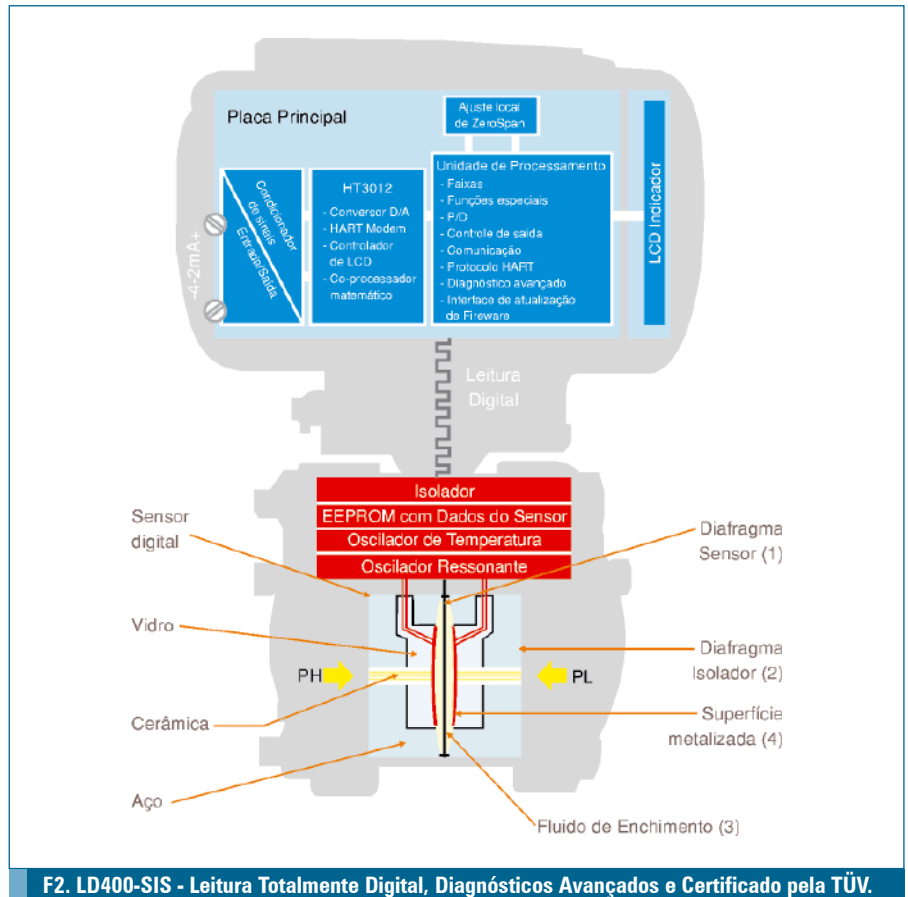
Para mais detalhes sobre o LD400-SIS, consulte: [www.smar.com/PDFs/catalogues/ld400cp.pdf](http://www.smar.com/PDFs/catalogues/ld400cp.pdf) e sobre o transmissor de temperatura SIS, TT400-SIS, consulte: [www.smar.com/brasil2/products/tt400sis.asp](http://www.smar.com/brasil2/products/tt400sis.asp).

## Conclusão

Em termos práticos, o que se busca é a redução de falhas e conseqüentemente a redução de paradas e riscos operacionais. Busca-se o aumento da disponibilidade operacional e também em termos de processos a minimização da variabilidade com conseqüência direta no aumento da lucratividade. Softwares poderosos de Manutenção e Gerenciamento de Ativos fazem com que a confiabilidade e disponibilidade sejam maximizadas. Exemplo, AssetView da Smar, uma poderosa ferramenta que via WEB permite que se tenha dados operacionais e dos instrumentos, facilitando a manutenção preventiva e proativa. Para mais detalhes sobre gerenciamento de ativos, acesse: [www.smar.com/brasil2/products/asset\\_view.asp](http://www.smar.com/brasil2/products/asset_view.asp). **MA**

Modo de Operação	Demanda	
Tipo	B	
SFF	96%	
Lambda SD (FITS)	6,51	
Lambda SU (FITS)	42	
Lambda DD (FITS)	72,5	
Lambda DU (FITS)	4,7	
HFT	0	1
PFD AVG para 1 ano	2,53E-5	1,03E-5
PFS AVG para 1 ano	3,46E-6	2,38E-6
FIT para uso em SIL	2	3
FIT para uso em STL	5	5

**T2. Valores de Segurança Funcional.**



Falha	Descrição
Estado de Falha	É o estado onde a corrente de saída é levada para um valor menor que 3,8 ou maior que 20,5 mA
Estado Segura	Falha que leva o sistema a um estado seguro, sem uma demanda no processo.
Estado Perigosa	Falha que leva o sistema a uma condição perigosa, ou seja, o transmissor apresenta uma corrente com valor fora do considerado seguro.
Falha Não-Detectada	Falha que não pode ser identificada pelo diagnóstico online.
Falha Detectada	Falha que pode ser identificada pelo diagnóstico online.

**T1. Modos de Falha.**

# Uso de repetidores em Profibus-DP

O uso de repetidores em Profibus é muito comum em casos onde se tem mais de 32 estações, ou para redes densas. Veremos, a seguir, alguns detalhes pertinentes que devem ser levados em conta nas fases de projeto e instalação para garantir a correta performance da rede Profibus-DP

César Cassiolato  
Diretor de Marketing, Qualidade  
e Engenharia de Projetos e Serviços -  
Smar Equipamentos Industriais

## O que são repetidores?

Repetidores são elementos ativos que servem para interfacear segmentos em uma rede Profibus e que asseguram níveis adequados de sinais, garantindo a integridade do sinal de comunicação. O repetidor possui a capacidade de evitar a deterioração do sinal em longas distâncias. Essencialmente, ele trabalha recebendo o sinal de um segmento de rede, “limpando” e amplificando este sinal, e transmitido-o para outro segmento de rede. Desta forma, a mensagem original é mantida por todos os segmentos da rede. O repetidor executa esta função bidirecionalmente. Além disso, serve para isolar galvanicamente os segmentos.

## Verificação dos repetidores

Vale lembrar que podemos ter até 126 dispositivos DPs, divididos em segmento com 32 estações, onde devem ser contabilizados os repetidores, OLMs, etc. Segundo a EN50170, um máximo de 4 repetidores são permitidos entre duas estações quaisquer.

Dependendo do fabricante e das características do repetidor, mais de 4 repetidores é possível. Podemos ter até 9 repetidores em cascata, lembrando que não se recomenda um número maior devido aos atrasos embutidos na rede e ao comprometimento com o *slot time* (máximo tempo que o mestre irá esperar por uma resposta do *slave*). Veja **figuras 1 e 2**.

O comprimento máximo do cabeamento depende da velocidade de transmissão, conforme a **tabela 1**.

A recomendação é que se coloque um repetidor onde se quer criar braços, além do tronco principal. Certamente, na prática, pode-se ter uma margem de 5% destes comprimentos máximos e não há a necessidade de se comprar um repetidor quando se ultrapassa os limites dentro desta proporção. Observe sempre que o repetidor é um elemento que deve ser alimentado. E ainda, repare que ao ter um repetidor se faz necessário um terminador antes do mesmo e outro depois, conforme a topologia.

## saiba mais

Dicas de blindagem e aterramento em Automação Industrial  
**Mecatrônica Atual 53**

Algumas dicas de soluções para problemas no Profibus-DP  
**Mecatrônica Atual 52**

**EMI: Interferência Eletromagnética** – César Cassiolato

**Manuais:**  
Manual Smar Profibus

Artigos técnicos – César Cassiolato  
[www.smar.com/brasil2/artigostecnicos/](http://www.smar.com/brasil2/artigostecnicos/)

Site do fabricante:  
[www.smar.com.br](http://www.smar.com.br)

## Regra que define a máxima distância entre duas estações

Pode-se utilizar a seguinte regra para determinar a máxima distância entre duas estações conforme a taxa de comunicação, considerando-se o número de repetidores:

$$(N_{rep}+1)*seg,$$

onde  $N_{rep}$  é o máximo número de repetidores em série e  $seg$  é o comprimento máximo de um segmento de acordo com o *baud rate* (vide tabela 1).

Por exemplo, suponha que estejamos a uma taxa de 1500 kbit/s (onde de acordo com a tabela 1, temos distância máxima de 200 m) e o fabricante de um determinado repetidor recomende que se utilize no máximo 9 repetidores em série:  $(9+1)*200 = 2000$  m.

## O uso de terminadores e repetidores

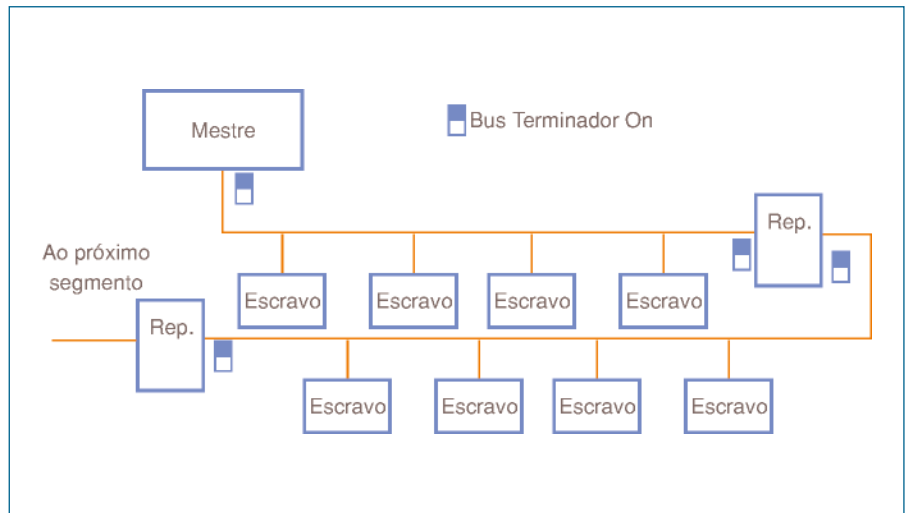
Outro detalhe a ser observado na prática, de acordo com a figura 1, é o uso dos terminadores de barramento, onde preferencialmente o mestre está localizado no início do barramento com um terminador ativo e o último escravo, o mais distante do mestre, também possui terminador ativo. Isto significa que o último escravo deve permanecer alimentado o tempo todo e, por exemplo, durante sua manutenção ou reposição, pode haver comunicação intermitente com os outros *devices*.

Quando devido à arquitetura e/ou topologia tem-se algo como a figura 2, onde o mestre está localizado no meio do barramento, deve-se colocar os terminadores no primeiro escravo (o mais a esquerda do mestre) e no último (o mais distante), mantendo-os sempre energizados. Aqui também, durante a manutenção ou reposição, pode haver comunicação intermitente com os outros *devices*. Recomenda-se o uso de terminadores ativos, independentemente dos conectores DP dos dispositivos.

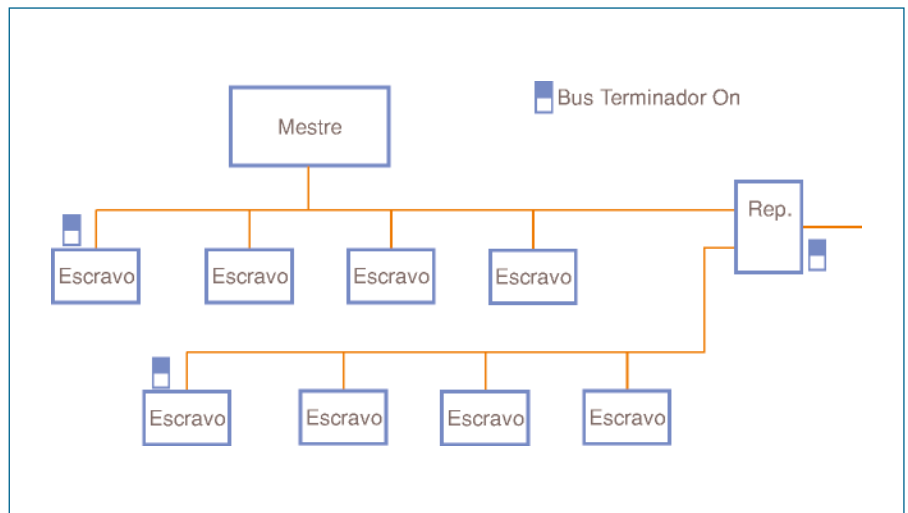
Alguns repetidores não se programam automaticamente com a taxa de comunicação e nem mesmo possuem indicação luminosa de alimentação ativa. Alguns ocupam endereço no barramento, outros não.

## Conclusão

Vimos neste artigo a importância dos repetidores para a expansão da rede Profibus-DP e detalhes em termos de sua correta instalação juntamente com os terminadores



F1. Regra geral de segmentação, repetidor e bus terminal.



F2. Mestre localizado no meio do barramento.

Baud rate (kbit/s)	9,6	19,2	93,75	187,5	500	1500	12000
Comprimento Total (m) ou Segmento (m)	1200	1200	1200	1000	400	200	100
Tronco Máximo (m)	500	500	900	967	380	193,4	100
Spur Máximo (m)	500	500	100	33	20	6,6	0

T1. Distâncias limites que devem ser respeitadas na rede Profibus-DP.

de barramento para garantirem o perfeito funcionamento e integridade do sinal de comunicação.

A Smar possui uma ampla equipe especializada em projetos, certificações de redes e instalações em Profibus. Para mais detalhes, acesse o canal direto de comu-

nicação com os engenheiros especialistas em instalações e tecnologia PROFIBUS e AS-i da SMAR: [www.smar.com/brasil2/especialistas\\_profibus.asp](http://www.smar.com/brasil2/especialistas_profibus.asp). E consulte a solução completa Smar Profibus: [www.smar.com/brasil2/profibus.asp](http://www.smar.com/brasil2/profibus.asp) e [www.smar.com/brasil2/system302/](http://www.smar.com/brasil2/system302/) **MA**

# Wireless - ISA 100

Neste artigo abordaremos alguns aspectos do Padrão ISA 100, cada vez mais utilizado como protocolo de comunicação de redes "wireless" em automação industrial

César Cassiolato  
Diretor de Marketing, Qualidade,  
Engenharia de Projetos e Serviços -  
SMAR Equipamentos Industriais Ltda.  
cesarcass@smar.com.br

A necessidade de automação na indústria e nos mais diversos segmentos está associada, entre diversos aspectos, às possibilidades de aumentar a velocidade de processamento das informações, uma vez que as operações estão cada vez mais complexas e variáveis, requerendo um grande número de controles e mecanismos de regulação para permitir decisões mais ágeis e, portanto, aumentar os níveis de produtividade e eficiência do processo produtivo dentro das premissas da excelência operacional.

Vale lembrar que o uso de protocolos de comunicação na automação industrial tem alta demanda de confiabilidade e robustez.

A solução completa deve prover uma metodologia de gestão da indústria de forma transparente e garantir que todos os esforços sejam direcionados para se atingir a meta estabelecida, facilitando a tomada de decisão quando há mudanças relevantes no desempenho dos indicadores ou um desvio em relação ao planejado.

Usuários e clientes, então, devem estar atentos na escolha e definição de um sistema de automação e controle, onde esta definição deve levar em conta vários critérios e que possa estar em sincronismo com o avanço tecnológico.

Quanto mais informação, melhor uma planta pode ser operada e, sendo assim, mais produtos pode gerar e mais lucrativa pode ser.

A informação digital e os sistemas verdadeiramente abertos permitem que se colete informações dos mais diversos tipos e finalidades de uma planta, de uma forma interoperável e como ninguém jamais imaginou e neste sentido, com a tecnologia Fieldbus (Foundation Fieldbus, PROFIBUS, HART (WirelessHART™), DeviceNet, Asi, etc.) pode-se transformar preciosos *bits e bytes* em um relacionamento lucrativo e obter também um ganho qualitativo do sistema como um todo. Não basta apenas pensar em barramento de campo, deve-se estar atento aos benefícios gerais que um sistema de automação e controle possa proporcionar

A revolução da comunicação industrial na tecnologia da automação está revelando um enorme potencial na otimização de sistemas de processo e tem feito uma importante contribuição na direção da melhoria no uso de recursos.

A tecnologia da informação tem sido determinante no desenvolvimento da tecnologia da automação, alterando hierarquias e estruturas nos mais diversos ambientes industriais, assim como setores desde as

## saiba mais

Artigos Técnicos - César Cassiolato

Site do fabricante:  
[www.smar.com.br](http://www.smar.com.br)  
[www.system302.com.br](http://www.system302.com.br)

Site de pesquisa:  
<http://tinyos.stanford.edu/ttx/2007/viewgraphs/standards-sp100.pdf>



indústrias de processo e manufatura. A capacidade de comunicação entre dispositivos e o uso de mecanismos padronizados, abertos e transparentes são componentes indispensáveis do conceito de automação de hoje.

A comunicação vem se expandindo rapidamente no sentido horizontal nos níveis inferiores (*field level*), assim como no sentido vertical integrando todos os níveis hierárquicos. De acordo com as características da aplicação e do custo máximo a ser atingido, uma combinação gradual de diferentes sistemas de comunicação oferece as condições ideais de redes abertas em processos industriais.

Nos artigos anteriores vimos alguns detalhes do WirelessHART™. Neste artigo trataremos do padrão ISA SP100.

### Redes Wireless e o mercado

Hoje, no mercado, vemos várias redes proprietárias e também algumas padronizadas. Existem muitos protocolos relacionados com as camadas superiores da tecnologia (ZigBee, WirelessHART™, ISA SP100) e o protocolo IEEE 802.15.4 (2006) para as camadas inferiores. O protocolo IEEE 802.15.4 define as características da camada física e do controle de acesso ao meio para as LR-WPAN (*Low-Rate Wireless Personal Area Network*).

A padronização para redes sem fio mostra que, ainda que existam diferenças, as normas estão convergindo para a SP100 e WirelessHART™, da ISA e HCF (HART Foundation) e que hoje vem sendo adotado como padrão para a Foundation Fieldbus e PROFIBUS, respectivamente. Então vamos comentar um pouco sobre o ISA SP100 (figura 1).

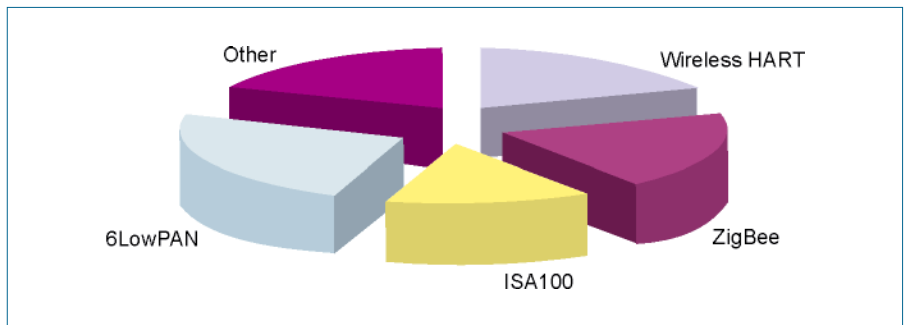
### O padrão ISA 100

O ISA100 é o padrão de rede sem fio industrial desenvolvido pela comissão da SP100 (estabelecida em 2005) da ISA.

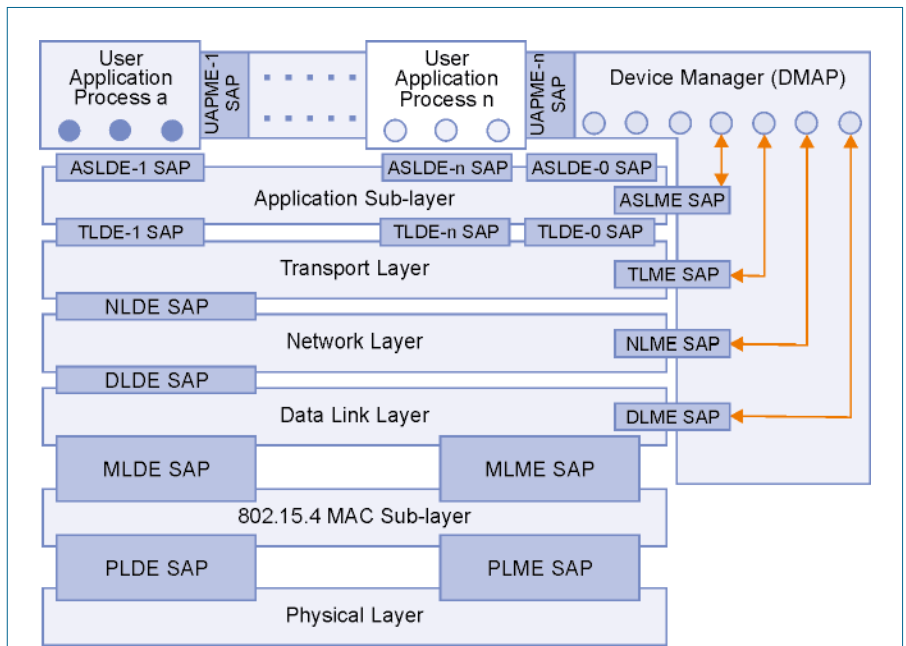
É um padrão muito interessante, pois suporta a implementação de protocolos como HART, Profibus, CIP (*Common Industrial Protocol*) e Foundation Fieldbus no topo da sua camada de aplicação. Veja o modelo OSI na figura 2.

A figura 3 mostra uma rede básica ISA 100 e a figura 4 o seu *stack*.

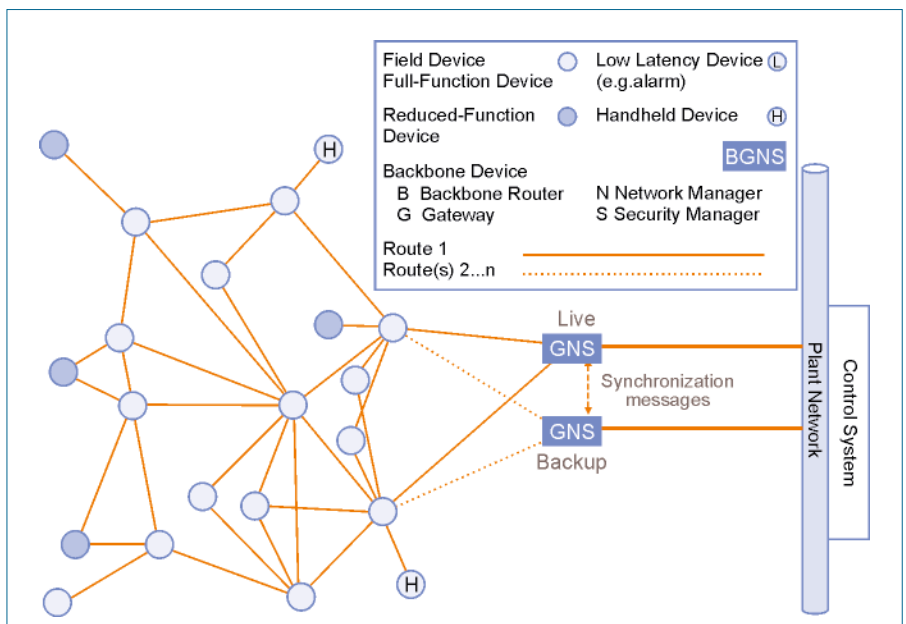
Vejam algumas características da ISA 100:



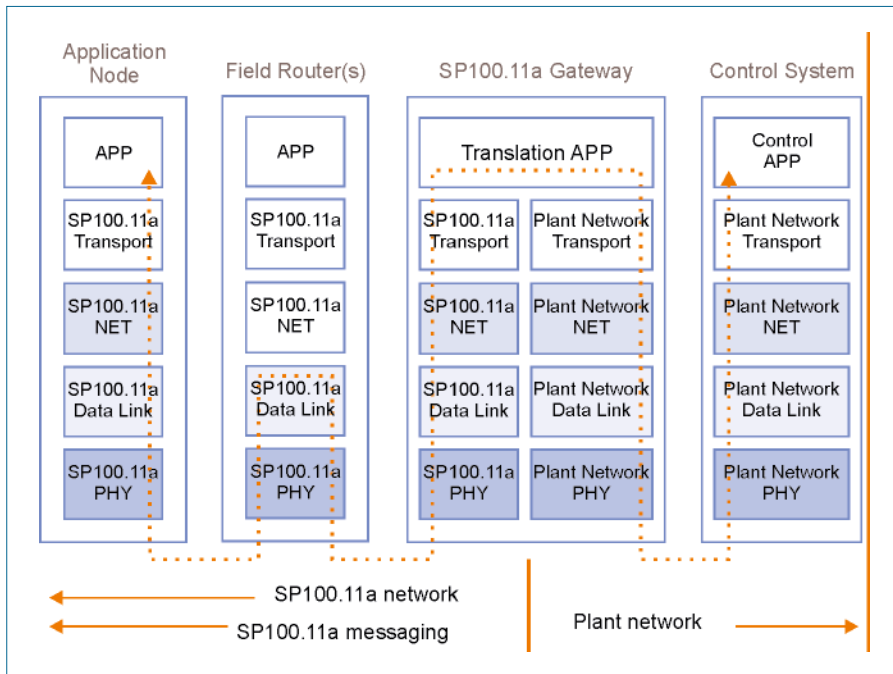
F1. IEEE 802.15.4 Projeção 2012 Market Share.



F2. ISA 100 e o modelo OSI.



F3. Rede básica ISA 100.



F4. Stack SP100.

- Confiabilidade (detecção de erros aprimorada, salto de frequência);
- Previsibilidade (TDMA, níveis de qualidade em serviços);
- Segurança;
- Suporte a múltiplos protocolos: HART, PROFIBUS, Modbus, FF, etc;
- É otimizado para aplicações com bateria de longa duração e também suporta roteadores alimentados por bateria;
- Aplicações em controle de processo e manufatura;
- Interoperabilidade;
- Vários fabricantes de ASICs dedicados ao padrão;
- Topologias Star e Mesh;
- Desenvolvido para atender as mais diversas classes de aplicações (vide figura 5).

**Conclusão**

O fator tecnológico e a inovação tecnológica são responsáveis pelo rompimento e/ou aperfeiçoamento das técnicas e processos de medição e controle. Podem, desta forma, trazer ganhos em termos de competitividade. O rompimento com a tecnologia convencional será uma questão de tempo e com isto serão ampliadas as possibilidades de sucesso com a inovação demandada pelo mercado, neste caso sistemas de automação verdadeiramente abertos (vide figura 6, [www.system302.com.br](http://www.system302.com.br)) com tecnologias digitais, baseados em redes industriais, conectividade Wireless e com várias vantagens comparadas aos convencionais SDCDs.

A mudança do controle de processo da tecnologia 4-20 mA para as redes digitais e sistemas abertos já se encontra num estágio de maturidade tecnológica e com os usuários colhendo seus benefícios. Essa mudança é encarada como um processo natural demandado pelos novos requisitos de qualidade, confiabilidade e segurança do mercado. A sua utilização traz uma vantagem competitiva, no sentido de que essa nova tecnologia traz aumentos de produtividade pela redução das variabilidades dos processos e redução dos tempos de indisponibilidade das malhas de controle.

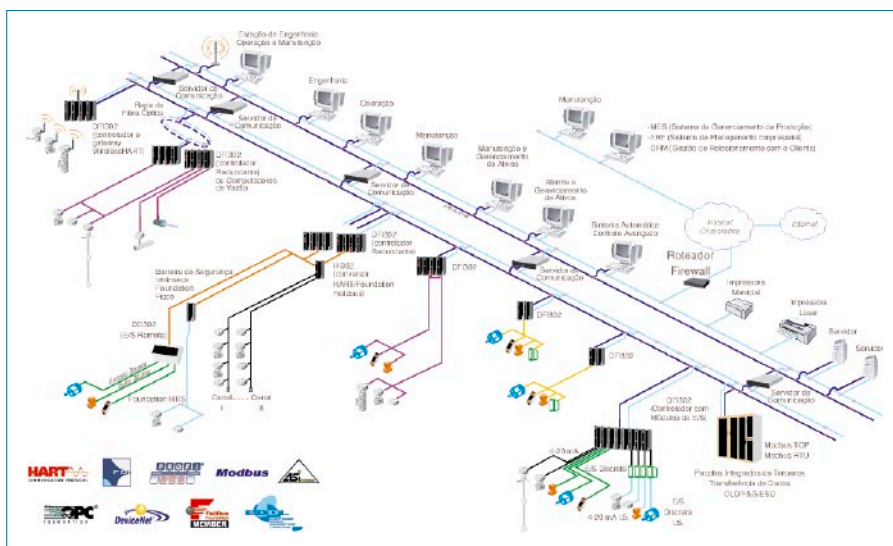
A linha de produtos Wireless Smar suporta o WirelessHART™ e atenderá também ao ISA 100.

Aguardem os próximos artigos sobre o Wireless.

MA

Category	Class	Application	Description
Safety	0	Emergency action	(always critical)
	1	Closed loop regulatory control	(often critical)
Control	2	Closed loop supervisory control	(usually non-critical)
	3	Open loop control	(human in the loop)
Monitoring	4	Alerting	Short-term operational consequence (e.g. event-based maintenance)
	5	Logging and downloading/uploading	No immediate operational consequence (e.g. history collection, sequence-of-events, preventive maintenance)

F5. ISA 100: padrão para diversas classes de aplicações.



F6. SYSTEM302, sistema aberto baseado em redes digitais.

# FESTO

**Este é o componente  
cada vez mais exigido  
pelo setor eletrônico:  
precisão.**

Quanto mais as exigências avançam, mais a Festo vai à frente, trazendo inovações e sistemas de movimentação com total qualidade e precisão. Garras, vácuo, sensores, sistemas de visão, eixos elétricos, válvulas rápidas e muito mais para o sucesso do setor. É a Festo com você, conectada ao desenvolvimento da indústria eletroeletrônica.

**Festo.  
Gente movida a inovação.**

[www.festo.com.br](http://www.festo.com.br)



Garras



Tecnologia de Vácuo



Sistemas de Visão

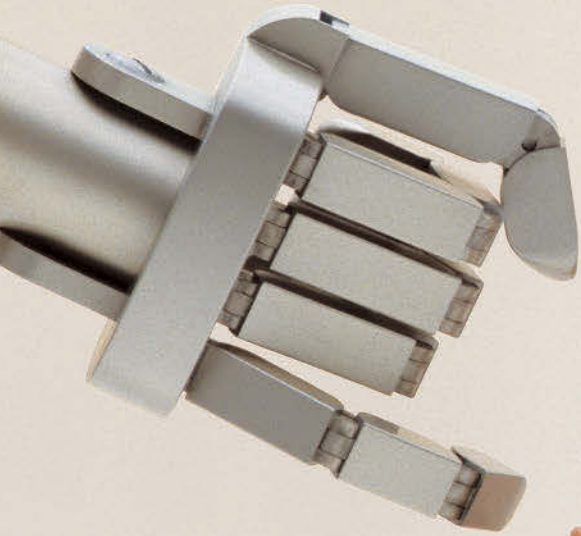


Manipuladores



Válvula Rápida

# Omron, a qualidade que você merece ao alcance das suas **mãos**.



**E5CSL**

Controlador de  
Temperatura  
**Soluções em  
Componentes  
Industriais**



**E3F2**

Sensor Fotoelétrico  
**Soluções em  
Sensoriamento**



**OS32C**

Scanner de  
Segurança  
**Soluções em  
Segurança**



**3G3JX**

Inversor de  
Frequência  
**Soluções em  
Movimentação**



**CP1E**

Controlador Lógico  
Programável  
**Automação  
e Controle**



**FQ**

Sensor de  
Visão Compacto  
**Sistemas de  
Visão e Medição**